

**COMISIÓN INVESTIGADORA DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS
INVOLUCRADOS EN MATERIA DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN**

**ACTA DE LA SESIÓN N° 13, DE LA 358ª LEGISLATURA CELEBRADA EL
MIÉRCOLES 1 DE SEPTIEMBRE DE 2010, DE 11.00 A 11.05 HORAS.**

SUMARIO: Se aprueba por unanimidad el informe.

.- Se designa Diputado informante al señor **Carlos Abel Jarpa Wevar**.

Se inicia la sesión a las 11.12 horas.

I PRESIDENCIA: Preside la sesión el Diputado señor René Manuel García García.

Actúa como Abogado Secretario de la Comisión, don Roberto Fuentes Innocenti.

II ACTAS: El Acta de la sesión N° 11 se da por aprobada por no haber sido objeto de observaciones.

El Acta de la sesión N° 12 se pone a disposición de las señoras Diputadas y señores Diputados.

III ASISTENCIA:

Asisten las siguientes señoras Diputadas y señores Diputados miembros de la Comisión:

Sergio Bobadilla
René Manuel García
Carlos Abel Jarpa
Juan Lobos.

IV CUENTA: No hubo.

V ORDEN DEL DÍA:

Se **aprueba** por unanimidad el Informe, con las proposiciones y conclusiones elaboradas por la Secretaría de la Comisión, en conjunto con la Biblioteca del Congreso Nacional, agregándose las sugerencias entregadas a la Comisión por el Diputado don Patricio Hales. El referido informe se anexa al final de la presente Acta.

Por haberse cumplido el objeto de la sesión, se levanta a las 11.05 horas.

RENÉ MANUEL GARCÍA GARCÍA
Presidente de la Comisión

ROBERTO FUENTES INNOCENTI
Secretario de la Comisión

INFORME DE LA COMISIÓN ESPECIAL INVESTIGADORA DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS INVOLUCRADOS EN MATERIA DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN.

HONORABLE CÁMARA:

LA COMISIÓN ESPECIAL INVESTIGADORA DE LOS ORGANISMOS PÚBLICOS INVOLUCRADOS EN MATERIA DE CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, cumple con emitir su informe -según la competencia que le fuera asignada por acuerdo de la Cámara de Diputados-, planteando las conclusiones y recomendaciones que amerita la situación.

De conformidad con lo prescrito en el artículo 301 del reglamento de la Corporación, corresponde consignar lo siguiente:

I.- COMPETENCIA DE LA COMISIÓN.

En su sesión N° 130, de 09 de marzo de 2010, la Cámara de Diputados ante la solicitud de cincuenta diputados, y en virtud de lo señalado en la letra c) del N° 1 del artículo 52 de la Constitución Política de la República, acordó la creación de una Comisión Especial, conforme a los antecedentes y objetivos referidos en el Oficio N° 8567, que es del tenor que sigue:

“En virtud de lo dispuesto en los artículos 52, N° 1, letra c) de la Constitución Política de la República, y 297 del Reglamento de la Corporación, ha prestado su aprobación a la solicitud de cincuenta señores Diputados, para crear una Comisión que se dedique a “investigar a los organismos públicos involucrados en materia de calidad de la construcción, sobre la base de los hechos públicos y notorios derivados del mega terremoto y tsunami que azotó varias regiones de nuestro país el pasado 27 de febrero, teniendo como consecuencia graves defectos de construcción de edificios o la ruina de éstos, así como profundos daños en diversas obras de vialidad. La referida Comisión deberá recabar los antecedentes necesarios para proponer las adecuaciones que sean indispensables a la realidad sísmica de nuestro país y nuevos estándares de fiscalización en materia de construcción”.

Para el cumplimiento de su cometido, la Comisión dispondrá del plazo de 90 días y podrá citar a todas aquellas autoridades competentes y recabar antecedentes que estime indispensables, pudiendo constituirse en cualquier lugar del territorio nacional.

II.- RELACIÓN DEL TRABAJO EFECTUADO POR LA COMISIÓN.

Se integró la Comisión con las siguientes señoras Diputadas y señores Diputados:

Bobadilla Muñoz, don Sergio,
García García don René Manuel,
Girardi Lavín doña Cristina,
Hales Dib don Patricio,
Jarpa Wevar don Carlos Abel,
Latorre Carmona don Juan Carlos,
Lobos Krause don Juan,
Nogueira Fernández doña Claudia,
Pascal Allende doña Denise,
Sabag Villalobos don Jorge,
Sabat Fernández doña Marcela,
Uriarte Herrera don Gonzalo, y
Zalaquett Said doña Mónica.

La Comisión se constituyó el día 13 de abril de 2010, eligiendo como Presidente al Diputado don René Manuel García García.

La Secretaría de la Comisión estuvo integrada por el Abogado Secretario de Comisiones don Roberto Fuentes Innocenti; el abogado Ayudante de Comisiones don Álvaro Halabí Diuana, y la Secretaria Ejecutiva doña Mabel Mesías Chacano.

Asimismo, la Comisión contó con la cooperación permanente de la funcionaria de la Biblioteca del Congreso Nacional, doña Verónica de la Paz, arquitecta.

Cabe precisar que la Comisión celebró un total de 13 sesiones.

Igualmente, la Comisión acordó el despacho de diversos oficios sobre materias relacionadas con la investigación los que se consideran con indicación de si hubo o no respuesta.

Se hace presente que, respecto del sector público, la Comisión remitió oficios a diversos ministros y reparticiones públicas, requiriendo antecedentes e información necesaria para la investigación dispuesta por la Cámara, los que, por regla general, fueron contestados oportunamente.

A) Personas recibidas.

Magdalena Matte Lecaros, Ministra de Vivienda y Urbanismo.

Hernán de Solminihaç Tampier, Ministro de Obras Públicas.

Juan Morales, Jefe de Edificación y Planificación del Servicio de Vivienda y Urbanización Metropolitano, (SERVIUI).

María Isabel Carril, Subjefa División de Infraestructura y Regulación y Liliana Martínez, Jefa Subdivisión de Auditoría, ambas de la Contraloría General de la República.

Sergio Toro Galleguillos, Director Nacional del Instituto Nacional de Normalización, (INN).

Carolina Infante, asesora legislativa de la Secretaría General de Gobierno.

Carolina Arrau y don Eduardo Contreras, asesores del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

María de la Luz Domper Rodríguez, Gustavo Silva y Eduardo Delpiano, asesores del Ministerio de Obras Públicas.

Hugo Tillería Torres, Alcalde de la I. Municipalidad de Constitución.

Juan Castro Prieto, Alcalde de la I. Municipalidad de Talca.

Ricardo Valdés, jefe de gabinete de la I. Municipalidad de Talca.

Luis Vargas, Director de Obras de la I. Municipalidad de Cobquecura.

María Luisa Pérez, Directora de Obras de la I. Municipalidad de Maipú.

Adriana Germain Peirano, Directora de Obras de la I. Municipalidad de Valparaíso.

Alberto Harrington, jefe de desarrollo urbano del Departamento de Obras Municipales de la I. Municipalidad de Ñuñoa.

Rodrigo Mujica, Past President y Tomás Guendelman Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile.

Carmen Abarca, Secretaria Ejecutiva del Registro Nacional de Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural, y Gustavo Cortés, Secretario Ejecutivo del Instituto de la Construcción.

Sergio Baeriswyl, Dr. en Urbanismo.

William Tapia, Presidente del Comité de Leyes y Ordenanzas del Colegio de Arquitectos.

Lorenzo Constans, Presidente, Luis Narios, past president, Manuel Brunet, Coordinador Técnico de la Gerencia de Estudios y Gonzalo Bustos, abogado. de la Cámara Chilena de la Construcción.

Luis Herbach y Diliz Raddatz, ingenieros autores del estudio técnico del informe estructural del edificio "Don Tristán", de la comuna de Maipú.

Fernando Yáñez Uribe, Director Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales,(IDIEM) de la Universidad de Chile.

Patricio Catalán, Gilberto Leiva, Miguel Peterson y Carlos Aguirre, ingenieros calculistas del Centro de Estudios e Investigación de la Infraestructura (CEII) de la Universidad Técnica Federico Santa María de Valparaíso.

Vicente Domínguez, Director Ejecutivo de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios.

B) Documentos recibidos.

Oficio N°1:

Institución: Ministerio de Vivienda y Urbanismo, doña Magdalena Matte Lecaros, Ministra.

Materia: Se solicita informar acerca de las obras públicas que resultaron dañadas por la acción del terremoto y posterior maremoto que afectó al país el 27 de febrero pasado, indicando las empresas que hayan tenido algún tipo de injerencia, directa o indirecta, en su construcción.

Respuesta: **Sesión 3ª** en miércoles 5 de mayo de 2010. Se recibe informe preparado por el Ministerio sobre daños a viviendas SERVIU a causa del terremoto.

Oficio N°2:

Institución: Ministerio de Obras Públicas, don Hernán de Solminihaq Tampier, Ministro.

Materia: Se solicita informar acerca de las obras públicas que resultaron dañadas por la acción del terremoto y posterior maremoto que afectó al país el 27 de febrero pasado, indicando las empresas que hayan tenido algún tipo de injerencia, directa o indirecta, en su construcción.

Respuesta: **Sesión 4ª** en miércoles 12 de mayo de 2010. Mediante el cual envía un registro de los edificios dañados por el terremoto del 27 de febrero de 2010.

Oficio N° 44:

Institución: Invitación al señor Alcalde de la I. Municipalidad de Maipú, don Alberto Undurraga.

Materia: Se solicita que ilustre a la Comisión sobre la materia, objeto de competencia de la misma.

Respuesta: **Sesión 13ª** en miércoles 01 de septiembre de 2010. Se recibe oficio informando acerca de los daños acaecidos a edificios en esa comuna.

Anexo:

Oficio N° 1972, de 27 de julio de 2010, del Ministro de Obras Públicas, por el que responde consultas realizadas en sesión por diversos Diputados.

III.- INFORMACIÓN PROPORCIONADA MEDIANTE OFICIO A REQUERIMIENTO DE LOS SEÑORES DIPUTADOS EN EL CURSO DE LA SESIÓN.

1.- De la Dirección de Arquitectura del MOP., señala que el Estadio Nacional presentó los siguientes daños:

En pilares, marquesinas, muros de coronamiento superior, juntas de dilatación, muros interiores en niveles 1° y 2°, estos últimos no son estructurales.

La capacidad original histórica era de 55.000 espectadores sentados en graderías, tablón corrido. Quedará con una capacidad para 50.000 espectadores sentados en butacas individuales numeradas. Con estándares de seguridad según recomendaciones FIFA.

2.- De la Dirección de Vialidad y de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas, indican que la DGOP está contratando un estudio para evaluar los daños producidos por el terremoto del 27 de febrero, en las estructuras y edificaciones dependientes del MOP.. Con los resultados de dicho estudio se podrán obtener conclusiones que determinarán la necesidad o no de modificar las normas estructurales. Puede que se dé una situación similar a la del año 1985 en que tras el terremoto se hizo un ajuste de la normativa que es la que hoy rige.

3.- De la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP., señala que hubo sólo daños parciales en los embalses de propiedad fiscal de Coihueco (25 millones de m³) y Tucapel (5 millones de m³), ambos en la VIII región, cuya reparación es abordada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).

En el caso de embalses privados para riego, en el ámbito de acción de la DOH., resultaron con daños Lliu Lliu, en la V región y Millahue, en la VI región. También las obras de reparación se realizan a través de la DOH., de acuerdo con las disposiciones del decreto fuerza de ley N° 1.123 y los acuerdos del Consejo de Ministros sobre la materia.

Cabe destacar que obras mayores impulsadas por el MOP. como el embalse El Yeso (hoy de propiedad de Aguas Andina), Convento Viejo, Bullileo, Digua y Laguna del Maule no fueron afectadas por el sismo.

Es importante señalar que las obras mencionadas no corresponden al total de obras que inspeccionó la DGA, sino sólo aquellas donde el MOP. hará inversiones.

4.- Del Instituto Nacional de Normalización, en relación a las estructuras afectadas, expresa que de acuerdo con lo señalado por el Instituto de la Construcción, hay un 9.25 por ciento de las viviendas con daños diversos, es decir, 370 mil viviendas aproximadamente; el 2 por ciento de las viviendas destruidas; esa cifra baja al 0.8 por ciento si se descuenta las de adobe. Gran parte de la destrucción se produjo en las estructuras de adobe. Además, el 0.35 por ciento de edificios presentan daños de envergadura, con orden de demolición, de desalojo o de no recuperabilidad -35 de 9.974 creados a la fecha en las zonas afectadas-.

5.- De la Dirección de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, expresa que en la actualidad el Ministerio se encuentra analizando las causas que originaron los daños en la infraestructura, considerando, de manera preliminar, que los principales daños se deben a la magnitud que tuvo el sismo, como también en la insuficiencia que presentaron algunas normativas y recomendaciones de diseño. Por esta razón se requiere con la información de los

daños y experiencia recopilada generar una actualización de la normativa que permita perfeccionar la normativa vigente, tal como se realizó el año 1985.

6. - De la Coordinación de Concesiones del Ministerio de Obras Públicas, responde que las normativas utilizadas por las empresas contratadas en las obras concesionadas fueron las que se encontraban vigentes en el momento de ejecución de los proyectos. Entre éstos se encuentra el Manual de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, en el que se entregan las recomendaciones de diseño para la ejecución de proyectos viales y estructuras. En el caso del Manual de Carreteras, principal documento de diseño, ha sido realizado por el Ministerio de Obras Públicas, recogiendo la experiencia nacional e internacional.

También han sido utilizadas Normas Chilenas, emitidas por el Instituto Nacional de Normalización (INN), las que han sido confeccionadas por los expertos chilenos (en relación a la normativa de que se trate).

El diseño sísmico de edificios se encuentra regido por la Norma Chilena 433, la que tiene como consideraciones lo siguiente para la respuesta de las estructuras:

Resistan sin daños movimientos sísmicos de intensidad moderada.

Limiten los daños en elementos no estructurales durante sismo de mediana intensidad.

Aunque se presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa.

Además, se señala que la conformidad con las disposiciones indicadas en la norma, no asegura, en todos los casos, el cumplimiento de los objetivos antes mencionados.

Si durante el proceso de construcción de las obras concesionadas hay observaciones de distinta naturaleza, éstas deben quedar subsanadas antes de la Puesta en Servicio Provisoria de la obra.

Una Comisión integrada en la forma establecida en cada contrato de concesión, se encarga de verificar la correcta ejecución de las obras. Se levanta un acta la cual sirve de fundamento para la dictación del respectivo acto administrativo que otorga la Puesta en Servicio de la obra.

7.- De la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP., informa que cuando se cae un estanque de APR, según el Reglamento para Contratos de Obras Públicas, Artículo 150 primer párrafo, se establece para las obras en construcción: "Los accidentes que deterioren o derriben la obra, o que ocasionen pérdidas de materiales, serán soportados exclusivamente por el contratista, a menos que la Dirección General califique el caso como extraordinario y ajeno a toda previsión, o que la obra haya sido recibida provisoria o definitivamente".

La mayoría de las obras que han sufrido algún tipo de daño, con ocasión del sismo del 27 de febrero, por el tiempo

transcurrido desde su construcción cuentan con su recepción provisional y/o definitiva de acuerdo a las formalidades establecidas en el Reglamento.

En los casos de obras en ejecución o que no contaban con la respectiva recepción provisional, se encuentran en estudio a través de las Unidades Técnicas (Empresas Sanitarias) con el objeto de determinar la pertinencia que los daños sean eventualmente imputables al respectivo contratista.

El Ministerio ha asumido la reparación de las obras dañadas con motivo del terremoto para restituir las condiciones del servicio existentes previo al sismo. En algunos casos han sido los propios comités quienes con el apoyo técnico de la DOH han realizado las reparaciones del caso.

El número de sistemas a abordar por el MOP/DOH alcanza a 370, aproximadamente, y unos 50 por los propios comités. En la reparación el procedimiento es similar al utilizado en el programa normal de APR, es decir, con la asesoría de las Unidades Técnicas respectivas (Empresa Sanitaria de la Región).

Es importante destacar que en la actualidad la totalidad de los servicios dispone de agua potable aunque las condiciones todavía no son las normales y persisten algunas restricciones.

La situación de los embalses de las regiones amagadas por el sismo fue revisada por la Dirección General de Aguas, de acuerdo con las atribuciones que le confiere el artículo 307 del Código de Aguas, y dictó las resoluciones que ordenaron normas de operación transitorias y la reparación de los mismos.

8.- De la Dirección de Vialidad del MOP., informa que el diseño de los puentes se rige por la Tabla 3.702.2.8 del Volumen 3 del Manual de Carreteras. De acuerdo con ello, por ejemplo, en el caso de los caminos, estos se diseñan para un período de retorno de 100 años y se verifican para un período de retorno de 150 años; mientras que las carreteras se diseñan para 200 años de período de retorno y se verifican para 300 años. El período de retorno obedece a un cálculo estadístico, basado sobre modelos matemáticos, que utilizan los registros históricos de lluvias y de mediciones directas de caudales en los ríos. Por tanto, siempre existe una probabilidad de eventos que superen los caudales de diseño.

El tema de puentes está radicado, de acuerdo a la legislación vigente (DFL 850), en el Ministerio de Obras Públicas, específicamente, en la Dirección de Vialidad. A su vez, este Servicio, tiene dos Departamentos dedicados exclusivamente a este tema, a saber, el Departamento de Proyectos de Estructuras de la División de Ingeniería y el Departamento de Puentes de la Subdirección de Obras. El primero, tiene la responsabilidad de la revisión de los proyectos de puentes y estructuras, mientras que el segundo, la supervisión de la construcción de proyectos de puentes y estructuras.

9.- De la Dirección de Vialidad y la Dirección de Arquitectura del MOP., señalaron que la norma de cálculo establecida para la vivienda es la adecuada; y que la figura de los revisores de cálculo estructural está bien y se debe mantener. Que sólo debería cambiar la normativa sobre puentes y endurecerse.

Consideran que el Manual de Carreteras es un compendio de buenas prácticas, recomendaciones para el diseño, la construcción y conservación de obras viales. Que no reemplaza el buen criterio ni la experiencia profesional, por tanto, no es comparable a la Ley de Calidad de la Construcción. Sin embargo contribuye a la calidad de los proyectos y de las obras viales. La empresa constructora tiene la responsabilidad que le fija el Código Civil.

10.- De la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, informa que el MOP. posee un Registro de Consultores y Contratistas, los que deben cumplir con distintos requisitos, para acceder a las diferentes categorías, especialidades, registros. Para los diseños de ingeniería, se contratan a Empresas Consultoras inscritas en el Registro de Consultores y regidos por el Reglamento de Contratación de Trabajos de Consultoría. Estas empresas, dentro de sus ofertas técnicas, ofrecen el personal calificado necesario para el desarrollo de los trabajos, de acuerdo a las exigencias establecidas por el mandante en las Bases de Concurso (exigencias de cantidad, calidad profesional y experiencia).

No existe un registro especial de calculistas. Los revisores son parte del equipo profesional del Departamento de Proyectos de Estructuras. Ellos son Ingenieros Civiles con especialidad en estructuras.

11.- De los señores Rodrigo Mujica y Tomás Guendelman, de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, que se refieren:

a) A la forma de evitar complicidad entre revisados y revisores, así como revisiones cruzadas. Al efecto, señalan que los resultados, hasta el momento, muestran que la revisión cruzada no se ha producido, salvo casos muy excepcionales. Incluso, varias empresas y personas inscritas en el registro de revisores realizan revisiones estructurales de manera prácticamente exclusiva, sin participar en el desarrollo de proyectos de estructuras. Por el contrario, varias empresas de proyectos de estructuras hacen revisiones de manera esporádica, lo que se desprende claramente de las estadísticas que lleva la señora Carmen Abarca, a cargo del Registro Nacional de Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural del Instituto de la Construcción. En consecuencia, afirman que no existen problemas frecuentes de este tipo.

b) Respecto de idear un sistema para que los revisores sean impuestos de manera aleatoria, evitando que el mandante los elija. Sostienen que cuando se inició el estudio del sistema de revisores de estructuras siempre se solicitó que fuera un sistema expedito, rápido y no burocrático. Esto ha generado que las revisiones para cada ingeniero estructural, en general, sean realizadas por un revisor con quien tenga afinidad de conceptos y métodos de trabajo. Por tal motivo, es razonable que el Ingeniero Estructural escoja su Revisor, quien le proporciona importante ayuda, tanto en eficiencia como en calidad de la materia sometida a revisión, generando una instancia adicional de detección de errores.

Consecuentemente, los trabajos de revisión los realizan empresas compuestas por profesionales con excelente nivel de calidad personal y profesional.

El cambio permanentemente de Revisor traerá consigo mayores demoras y mayores costos, y en muchos casos significará discusiones eternas entre revisor y revisado, por diferencias de apreciación en temas específicos.

c) Conclusión. Todo lo que en estas respuestas han reflejado tiene algunas excepciones puntuales. Es así como se han detectado algunos abusos, en ningún caso generalizados, en el sistema de revisiones, principalmente en faltas a la independencia que debe tener el revisado con el revisor y en algunos revisores que no estudian los proyectos y se basan en la confianza, sin hacer su servicio con la profundidad necesaria. Para solucionar estos problemas se ha planteado un sistema de fiscalización que han estado discutiendo por bastante tiempo dentro de los organismos pertinentes del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y que esperan pronto sean una realidad.

12.- Trabajo preparado por la Biblioteca del Congreso Nacional.

Certificación de la edificación: calidad sismorresistente.

La certificación de la calidad de la edificación puede ser realizada en dos instancias: una que implica la revisión del parque edificado existente; y otra relacionada con los mecanismos de control de los proyectos y nuevas edificaciones.

La revisión de los proyectos de edificación está definida en la Ley General de Urbanismo y Construcción y su Ordenanza. En ella queda de manifiesto que, en relación a las inspecciones, tanto respecto de edificios existentes como durante el proceso de edificación, si bien existe la facultad, no se contempla periodicidad, características, ni obligaciones respecto de su ejercicio.

Se revisaron normas de países con similares características sísmicas que Chile, como lo son Japón y Nueva Zelanda.

Entre los aspectos que de ellas se destacan, son las exigencias a los profesionales que participan como responsables o revisores de los proyectos categorizándolos según su formación y experiencia, la incorporación de revisiones provisionales durante la construcción de un edificio, la diferenciación de las exigencias según sus características (altura, uso y/o diseño), así como revisiones preventivas y periódicas en todo el parque edificado existente, aspectos que no son contemplados en la normativa nacional.

Respecto de las acciones de emergencia, una vez ocurrido un sismo y para detectar la edificación dañada y aquella sin riesgos, se utiliza un sistema de clasificación gráficos para informar la condición del edificio.

Estado de la situación en Chile.

Las condiciones sismo resistente de la edificación en nuestro país, según lo señala la Ley General de Urbanismo y Construcción, y la Ordenanza de Urbanismo y Construcción¹, se basan en lo que indica la Norma Chilena N° 433 Of. 96, en lo que respecta al Diseño Sísmico de Edificios y la Norma Chilena N° 2360 Of. 2003, en relación al Diseño sísmico de estructura e instalaciones industriales.

En estas normativas se establecen las exigencias mínimas que debe cumplir el diseño de una estructura, para su diseño sismorresistente, distinguiéndose dos escenarios diferentes, según el carácter de la edificación: por una parte todos los edificios y, por otra, las estructuras e instalaciones industriales.

¹ LGUC

En el caso de los edificios, rigen las disposiciones de la Norma Nch 433, en conjunto con aquellas de diseño específico según las distintas materialidades, lo que tiene como objetivo lograr estructuras que²:

- 1.- Resistan sin daño movimientos sísmicos de intensidad moderada.
2. Limiten los daños en elementos o estructurales durante sismos de mediana intensidad.
3. Aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa.

A continuación se detalla la clasificación de los sismos según los grado de intensidad percibida:

Tabla: Escala modificada Mercalli de intensidades de Sismos.

Grado	Descripción
I. Muy débil	Imperceptible para la mayoría, excepto en condiciones favorables.
II. Débil	Perceptible sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar.
III. Leve	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo reconocen como terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño.
IV. Moderado	Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios y por pocas en el exterior durante el día. En la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande.
V. Poco Fuerte	La mayoría de los objetos se caen, caminar es difícil y las ventanas suelen hacer ruido.
VI. Fuerte	Lo perciben todas las personas, muchas se asustan y corren al exterior. El paso es insostenible. Ventanas, platos y cristalería dañadas. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Revoque dañado. Daños leves a estructuras.
VII. Muy fuerte	Pararse es difícil. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables en estructuras pobremente construidas.
VIII. Destructivo	Daños leves en estructuras especializadas y considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Muebles completamente fuera de lugar.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases.
X. Desastroso	Algunas estructuras de madera bien construidas están destruidas. Rieles doblados.
XI. Muy desastroso	Pocas, si las hubiera, estructuras de mampostería permanecen en pie. Puentes destruidos. Rieles curvados en gran medida.
XII. Catastrófico	Destrucción total con pocos sobrevivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

Fuente: Página WEB Servicio Hidrográfico de la Armada. (SHOA)³

² La escala de intensidad de los fenómenos sísmicos, esta normada por la NCH 3 Of. 61, en la que se establecen los grados para apreciarlos. Se señalan 12 grados, análogos a la Escala Mercalli y corresponde a una medición de magnitud, en relación con sus efectos observables y diferenciables.
<http://ssn.dgf.uchile.cl/home/informe/mercalli.pdf> (Abril, 2010)

³ Disponible en: <http://www.shoa.cl/servicios/tsunami/escalas.htm> (Abril, 2010)

Entre los aspectos que se debe fijar en un proyecto estructural, la norma contempla que se debe especificar la calidad de los materiales considerados, la zona sísmica en donde se edificara la estructura y el tipo específico de suelo de fundación, señalando los tipos clásicos y aquellos que requieren estudios especiales por su potencialidad de licuación o de densificación por vibración. Se contempla que la caracterización del suelo debe apoyarse en un informe sustentado en una exploración del subsuelo acorde al proyecto que se realizará.

Otro de los aspectos que señala la norma, es una clasificación de los edificios y estructuras de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla:

Tabla: Clasificación de las estructuras según criterio de importancia, uso y riesgo de falla.

Clasificación	Criterio de importancia, uso y riesgo de falla
A	Edificios gubernamentales, municipales, de servicios públicos o de utilidad pública (como cuarteles de policía, centrales eléctricas y telefónicas, correos y telégrafos, radioemisoras, canales de televisión, plantas de agua potable y de bombeo, etc.) y aquellos cuyo uso es de especial importancia en caso de catástrofe (como hospitales, postas de primeros auxilios, cuarteles de bomberos, garajes para vehículos de emergencia, estaciones terminales, etc.)
B	Edificios cuyo contenido es de gran valor (como bibliotecas, museos, etc.) y aquellos en donde existen frecuentemente aglomeraciones de personas. Entre estos ultimo se incluyen los siguientes edificios: <ul style="list-style-type: none"> ▪ salas destinadas a asambleas para 100 o más personas. ▪ estadios y graderías al aire libre para 2000 más personas. ▪ escuelas, parvularios y recintos universitarios. ▪ cárceles y lugares de detención ▪ locales comerciales con una superficie igual o mayor que 500m² por piso, o de altura superior a 12 m. ▪ centros comerciales con pasillo cubierto, con un área total superior a 3.000 m² sin considerar la superficie de estacionamientos.
C	Edificios destinados a la habitación privada o al uso público que no pertenecen a ninguna de las categorías A o B, y construcciones de cualquier tipo cuya falla puede poner en peligro otras construcciones de la categoría A, B o C.
E	Construcciones aisladas, provisionales no destinadas a habitación, no clasificables en ninguna de las categorías anteriores.

Fuente: Norma Chilena NCh 433 of 96.

En el caso de las estructuras e instalaciones industriales, se aplica la norma NCh 2369 Of 2003, de manera complementaria a la NCh 433 Of 96. En ella se establecen los requisitos en relación a la estructura propiamente tal, ya sea esta liviana o pesada, además de los ductos, cañerías, equipos de procesos mecanismos y eléctricos y sus anclajes; recintos de bodegas con vocación industrial y construcciones estructuradas con columnas en voladizo.

Los objetivos específicos de esta norma responden a, por una parte, proteger la vida en la industria, y por otra permitir la continuidad de la operación en la industria.

En lo relativo a la protección de la vida se espera:

- Evitar el colapso de estructuras para sismos más severos que el sismo de diseño.
- Evitar incendios, explosiones o emanaciones de gases y líquidos tóxicos.
- Proteger el medio ambiente.
- Asegurar la operatividad de las vías de escape durante la emergencia sísmica.

En relación a la continuidad en la operación:

- Mantener los procesos y servicios esenciales.
- Evitar o reducir al mínimo la paralización de la operación de la industria.
- Facilitar la inspección y reparación de los elementos dañados.

Para el cumplimiento de estos objetivos, según se establece en la Norma, el diseño deberá realizarse para las estructuras, sus equipos y anclajes, en caso de sismo severo sean capaces de absorber grandes cantidades de energía, más allá del límite elástico, antes de fallar. Cada profesional especialista, establecerá para cada proyecto las condiciones de diseño sísmico, métodos de análisis, criterios, parámetros relevantes y planos ilustrativos, de los cuales se dejará constancia en las especificaciones del proyecto.

En este mismo cuerpo, se señala que se deben considerar los riesgos asociados a la ubicación de las industrias en relación a los riesgos, tales como amplificación topográfica, maremotos, desplazamientos por fallas o desplazamientos de tierra, licuación o densificación de suelo.

Además de las metodologías de cálculo y determinación de las cargas, la norma establece una clasificación de las estructuras según su importancia, como se detalla en la tabla N° 4.

Tabla: Clasificación de las estructuras y equipos según su importancia.

Categoría	
C1	Obras Críticas por cualquiera de las siguientes razones: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vitales, que se deben mantener en funcionamiento para controlar incendios o explosiones y daño ecológico, y atender las necesidades de salud y primero auxilios a los afectados. ▪ Peligrosas, cuya falla involucra riesgo de incendio, explosión o envenenamientos del aire o aguas. ▪ Esenciales, cuya falla puede Cugat detenciones prolongadas y perdidas serias de producción.
C2	Obras normales, que pueden tener fallas menores susceptibles de reparación rápida que no causan detenciones prolongadas ni perdidas importantes de producción y que tampoco pueden poner en peligro otras obras de la categoría C1.
C3	Obras y equipos menores, o provisionales, cuya falla sísmica no ocasiona detenciones prolongadas, ni tampoco puede poner en peligro otras obras de categoría C1 y C2.

Fuente: NCh 2369 Of 2003.

Sistema de revisión de los proyectos.

Desde la perspectiva de la institucionalidad, la LGUC establece que su aplicación, la de la Ordenanza (OGUC), normas técnicas y demás reglamentos relacionados con la construcción, les corresponde a los municipios, dentro del territorio de su jurisdicción. Siendo las normas señaladas, además de

otras vinculadas a la calidad de la edificación⁴, las que corresponden considerar en la revisión del proyecto de cálculo estructural, sin perjuicio de otras normas relativas a la seguridad contra incendios u otras contempladas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

En la LGUC, se establece que en cada municipio existirá el cargo de Director de Obra, que podrá ser desempeñado por un arquitecto o un ingeniero civil (sólo en comunas de menos de 40.000 habitantes). Entre las funciones de los directores de obras, les corresponderá: "Estudiar los antecedentes, dar los permisos de ejecución de obras, conocer de los reclamos durante las faenas y dar recepción final de ellas, todo de acuerdo a las disposiciones sobre construcción contempladas en esta Ley, la Ordenanza General, los planes reguladores, sus ordenanzas locales, y las normas y reglamentos respectivos aprobados por el MINVU".⁵

El Director de Obras es quien concederá el Permiso de Edificación de una obra, si de acuerdo con los antecedentes presentados, los proyectos cumplen con la normativa urbanística⁶ y previo pago de los derechos que correspondan. No revisa aspectos de materialidades, calidades, procesos constructivos, diseño, etc., aspectos que son de responsabilidad del profesional que suscribe como autor de la obra, quien debe verificar que la obra cumple con los estándares normativos vigentes.

La LGUC contempla además que en algunos tipos de obras la participación de un revisor independiente, y en tal caso el Director de Obra omitirá la revisión de dichos antecedentes y otorgará el permiso "sin más trámite"⁷. En los Permisos otorgados bajo este procedimiento, el Director de Obras estará exento de responsabilidades, las que recaerán sobre el revisor independiente o arquitecto proyectista según corresponda. La contratación de un revisor independiente de esta categoría será obligatoria en el caso de edificios de uso público⁸.

En lo relativo a la estructura de la obra, los proyectos según su envergadura, uso y materialidad, deberán presentar un proyecto de cálculo estructural, según lo explicita la ordenanza.

En ella se contempla que todas las edificaciones deben presentar un proyecto de cálculo estructural con las siguientes excepciones:

- Edificios de menos de 100 m².
- Obras menores.
- Edificaciones de albañilería de ladrillo (cuatro pisos), piedra o bloques (dos pisos), estructura de madera, o adobe suelo cemento u otros materiales livianos aglomerados con cemento; cuya carga de ocupación –número de habitantes- no supere las 20 personas.

Adicionalmente, -en los casos señalados a continuación- se contempla que además deberá existir la revisión por parte de un

⁴ Artículo 5.1.27. Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

⁵ Artículo 8° Ley General de Urbanismo y Construcción.

⁶ Artículo 116 LGUC: "Se entenderá por normas urbanísticas... en lo relativo a usos de suelo, cesiones, sistemas de agrupamiento, coeficiente de constructibilidad, coeficientes de ocupación de suelo o de los pisos superiores, superficie predial mínima, alturas máximas de edificación, adosamientos, distanciamientos, antejardines, ochavos y rasantes, densidades máximas, estacionamientos, franjas afectas a declaratorias de utilidad pública y áreas de riesgo o protección".

⁷ Artículo 1.4.7 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

⁸ Artículo 1.1.2 OGUC Edificio de uso público": aquel con destino de equipamiento cuya carga de ocupación total, es superior a 100 personas

revisor de proyecto de cálculo estructural, que corresponde a un profesional, inscrito en el registro que para este efecto lleva a su cargo el Instituto de la Construcción⁹.

Edificaciones que deben someterse a un revisor de cálculo estructural:¹⁰

1. Edificios de uso público.
2. Conjuntos de vivienda cuya construcción hubiese sido contratada por los Servicios de Vivienda y Urbanización.(SERVIU)
3. Edificios que deban mantenerse en operación ante situaciones de emergencia tales como hospitales, cuarteles de bomberos, cuarteles policiales, edificaciones destinadas a centros de control de empresas de servicios energéticos, sanitarios y de emisoras de telecomunicaciones.
4. Edificios cuyo cálculo estructural esté basado en normas extranjeras, las cuales deberán ser declaradas al momento de solicitar el permiso de edificación.
5. Conjuntos de viviendas sociales de tres o más pisos.
6. Conjuntos de viviendas de tres o más pisos que no sean sociales.
7. Edificios de tres o más pisos cuyo destino sea uso exclusivo de oficinas privadas.

En cada uno de estos casos, el Director de Obras, verificará la existencia de los pliegos de cálculo, memoria y sus especificaciones, pero no le corresponderá la revisión de los cálculos, ni su corrección, tanto en los que respecta a la presentación del cálculo mismo como de los antecedentes del revisor de cálculo estructural.

En relación al suelo, en la OGUC¹¹, se contempla que se deberá presentar un informe sobre la calidad de suelo sobre posibles riesgos provenientes de él, en aquellos casos en que este documento sea requerido por el Director de Obras en el Certificado de Condiciones Previas¹².

Durante el proceso de edificación, la OGUC faculta a las Direcciones de Obras, para realizar fiscalizaciones durante su ejecución. Se revisa que las obras deben ejecutarse en conformidad con los planos, especificaciones y demás antecedentes aprobados en el respectivo permiso de edificación. Estas fiscalizaciones no están establecidas en cantidad ni frecuencia, ni su carencia constituye un impedimento para el proceso de recepción final de la obra¹³.

Se señala¹⁴ que en aquellos casos en que los inspectores municipales detecten defectos graves, que comprometan la seguridad o salubridad del edificio o constituyan peligro inminente para el entorno, deberán ponerlo en conocimiento del Director de Obras.

Finalmente, terminada la obra se solicita a la Dirección de Obra la recepción definitiva, instancia en que se verificara que la obra sea concordante con el permiso otorgado, y en aquellos casos en que se cuente con informe de revisor independiente, se verificarán sólo los aspectos urbanísticos.

Tabla:

⁹ Decreto Supremo N° 1115 de 1996 del Ministerio de Interior.

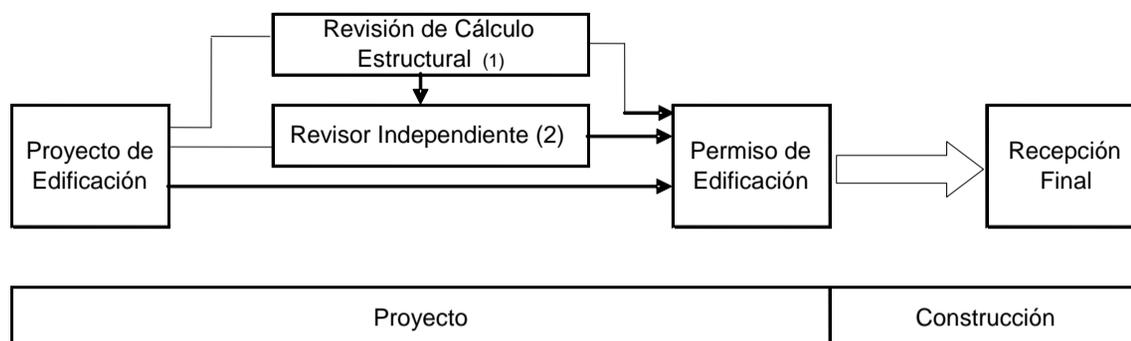
¹⁰ Artículo 5.1.25 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

¹¹ Artículo 5.1.15 OGUC.

¹² Certificado de Condiciones previas:

¹³ Artículo 5.2.1 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

¹⁴ Artículo 5.2.4 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción



(1) Edificios que deben someterse a un Cálculo Estructural.

(2) Voluntaria, excepto en Edificios de Uso Público.

Fuente: Elaboración propia, en base a la LGUC.

Calidad de los profesionales participantes.

Según lo establece la LGUC¹⁵ cualquier obra bajo su aplicación deberá ser efectuada por profesionales legalmente autorizados para ello, según los requisitos que se establezca en la OGUC. En ésta, se establece que los profesionales competentes deberán acreditar su calidad de tales mediante fotocopia de su patente profesional vigente o del certificado de título en el caso de aquellos que estén exentos del pago de patente.

La calidad de revisor independiente o de revisor de proyecto estructural, se acreditará mediante la presentación del Certificado de Inscripción vigente en el registro nacional correspondiente.

Los casos de incumplimiento de las LGUC¹⁶, son sancionados con multas a beneficio municipal, a menos que constituya un hecho calificado como delito o tenga asignadas sanciones especiales en otro cuerpo legal. Las infracciones serán denunciadas ante los jueces de policía local.

No se contemplan sanciones relacionadas con la limitación del ejercicio profesional, salvo en el caso de los Revisores de Cálculo Estructural y Revisores Independientes, que, en casos calificados, se puede suspender o limitar su permanencia en los registros respectivos.

Sistemas de aseguramiento de la calidad en otros países.

1.- Nueva Zelanda.

En este caso, la última actualización a los procesos de certificación para asegurar su calidad, fueron establecidos por la norma *Building Act* 2004¹⁷. En ella se fortalecen, por una parte a los procesos de revisión de los proyectos y de la edificación existente; y por otra la certificación de la calidad de los profesionales que participan durante la ejecución.

Los proyectos son sometidos a la revisión por parte de las autoridades locales, quienes evalúan desde los permisos para la obtención de autorizaciones para la edificación, hasta la certificación de su calidad. Además, tanto durante el proceso de construcción como con posterioridad a él, se contempla la facultad de la autoridad territorial para efectuar inspecciones, ya sea para verificar el

¹⁵ Artículo N° 16 de la Ley General de Urbanismo y Construcción.

¹⁶ Artículo N° 20 y 21 de la Ley General de Urbanismo y Construcción.

¹⁷ Información disponible en

http://www.legislation.govt.nz/act/public/2004/0072/latest/DLM306036.html?search=ts_act_building+act_resel&p=1&sr=1 (Abril, 2010)

cumplimiento de los permisos otorgados como el estado de mantención de la edificación, como de posibles modificaciones, responsabilizando de este acceso tanto al propietario como a sus ocupantes.

En el caso de los profesionales que se desempeñan en este ámbito, estos deben certificar sus competencias (Licencia) para llevar adelante un proyecto de construcción, como constructores responsables de su ejecución o para ser supervisores de obras de otros profesionales. En caso de incumplimientos o errores cometidos, los profesionales no pueden volver a adquirir su licencia de manera inmediata sino que son sometidos a un sistema de sanciones que van desde suspensiones transitorias a la pérdida definitiva de la licencia.

Otra modificación introducida en el año 2004¹⁸ tiene relación con establecer la vulnerabilidad de la edificación existente, al momento de un sismo. Para ello se estableció que cada territorio local debe establecer un sistema de revisión preventivo de aquellas edificaciones que puedan colapsar ante un sismo de intensidad moderada o que provoquen daños, ya sea en sus habitantes o en los de los predios colindantes. En esta revisión se establece la condición del edificio y las medidas que se adoptarán para subsanarlo. Dichas medidas van desde la información a la comunidad, la clausura del edificio, hasta su demolición; y los casos posibles la notificación de los trabajos que se deben realizar para mejorar su comportamiento sísmico.

Otro mecanismo que se promueve es la existencia de un Plan de emergencia y revisión de la edificación¹⁹, por parte de los organismos de prevención (Ministerio de Defensa Civil y gestión de emergencia), cuyo objetivo es detectar aquellas edificaciones con daños producto de un sismo, y proporcionar tranquilidad a la población respecto de aquellas que se encuentran en buenas condiciones.

En este plan se establecen, principalmente, los roles que jugarán los distintos estamentos en esta revisión, incluyendo redes de revisores calificados y voluntarios, las prioridades de la evaluación, información y recursos que estarían disponibles y modos de sistematizar la información obtenida.

En las primeras horas después de un sismo se establece un catastro general del daño, luego, en un primer nivel de revisión, se detectan los daños evidentes. En una segunda etapa a la que se someten las edificaciones detectadas se verifica el nivel de los daños. Finalmente, para aquellas en donde el daño es de consideración, se contempla la evaluación específica por parte de un ingeniero estructural.

En cada uno de estas revisiones se informa a la comunidad mediante un sistema de semáforos en que se indica en qué etapa fue revisado y su apreciación.

- Verde: Si está aparentemente en buenas condiciones.
- Amarilla: Si su uso debe ser restringido a periodos cortos o
- Rojo: Si su condición lo hace inhabitable.

¹⁸ *Op cit.*

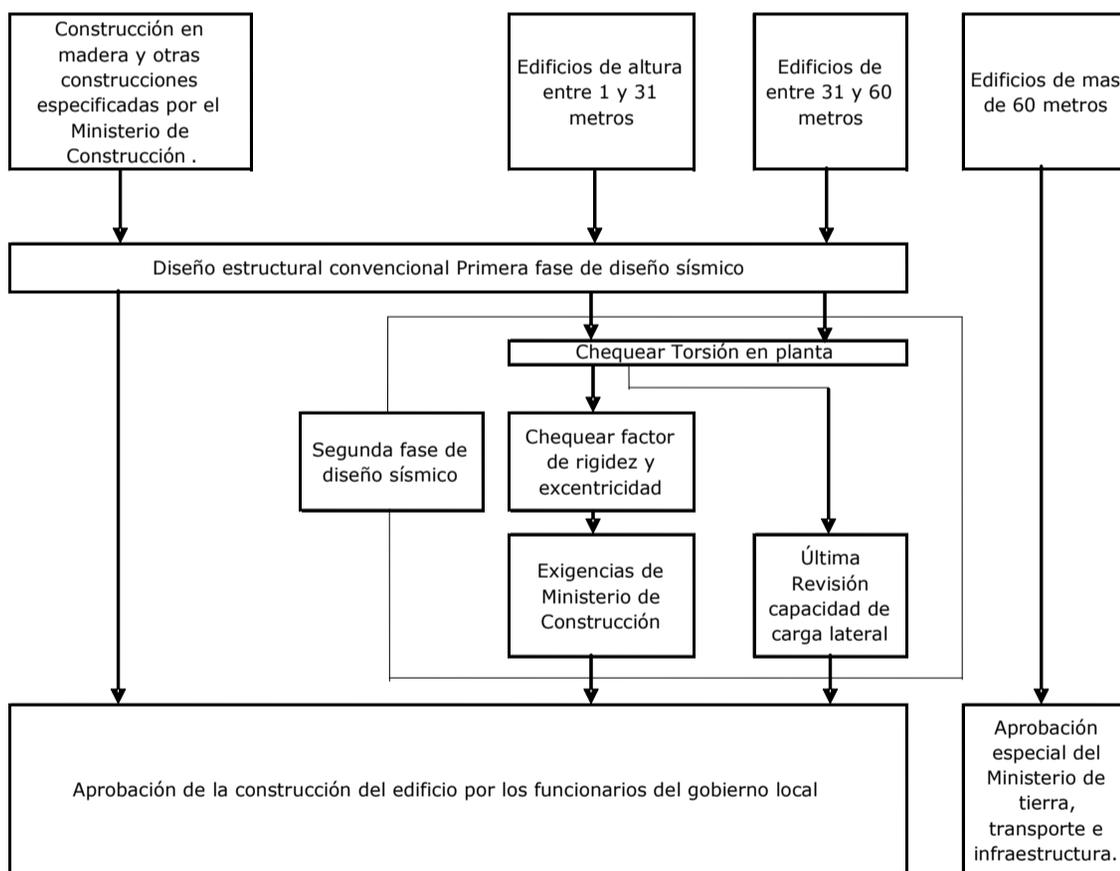
¹⁹ Building Safety Evaluation. During a State of Emergency. Guidelines for territorial Authorities, preparado por New Zealand Society for Earthquake Engineering. Disponible en <http://www.dbh.govt.nz/bofficials-building-safety-evaluation> (Abril, 2010)

2.- Japón.²⁰

El sistema normativo japonés realiza las exigencias sísmicas y de los sistemas de certificación de los proyectos, en función de dos marcos legales, por una parte la Ley de Edificios Urbanos, por las Normas Estructurales dictadas por el Instituto de Arquitectura del Japón (AIJ)²¹.

El código de diseño sísmico contemplaba el cálculo sísmico en dos fases (Proceso que está vigente pero al cual se ha introducido un nuevo sistema por competencia desarrollado a continuación); una primera fase, a la que se someten todos los edificios y donde se revisa la seguridad y funcionalidad de los edificios en caso de sismos de mediana intensidad, utilizando el diseño convencional. Luego una segunda fase que revisa la seguridad de la edificación en sismos de intensidad severa. El sistema de revisión en dos fases se basa en el siguiente esquema:

Esquema: Diagrama General de Diseño Sísmico.



²⁰ La elaboración de este capítulo se efectúa a partir de la traducción del autor de los textos: Kuramoto, Hiroshi, Department of Architectural and Civil Engineering, Toyohashi University of Technology. Disponible en <http://www.fujipress.jp/finder/xslt.php?mode=present&inputfile=DSSTR000100030001.xml> (Abril, 2010) y Reunión de expertos "The Anti-seismic Building Code Dissemination. Project for the Housing Earthquake Safety Initiative (ABCD/HESI) United Nations Center Regional Development. Disaster Management Planning Hyogo Office. January 2007. Disponible en <http://www.hyogo.uncrd.or.jp/publication/pdf/Proceedings/2006%20Symposium%20Expert%20Meeting.en/proceedings.pdf> (Abril, 2010)

²¹ Nota del autor: Estas normas son preparadas específicamente para cada material y condición, son revisadas periódicamente y se van incorporando en ellas los nuevos conocimientos sobre la materia disponibles, de manera similar a las Normas Técnicas Nacionales.

Fuente: *Seismic Design Codes for Buildings in Japan*²². Traducción del autor

Los edificios, según su materialidad y altura, son agrupados en cuatro categorías: Edificio de madera y otros, entre 1 y 31 metros, entre 31 y 60 metros y sobre 60 metros.

Sobre 60 metros, (aproximadamente 24 pisos) los edificios requieren de una autorización especial para su ejecución. Todos los edificios entre 1 y 60 metros deben ser sometidos a la doble fase de revisión. La primera fase corresponde a un estudio convencional en que considera las tensiones admisibles correspondientes a carga de nieve, viento, peso propio, cargas móviles y esfuerzos sísmicos.

En la segunda fase de revisión se realizan y revisan los cálculos de torsión en planta, factores de cálculo relativos a la rigidez y excentricidad de la edificación y finalmente la capacidad del edificio de soportar los esfuerzos laterales, basando los cálculos en sismos de gran intensidad.

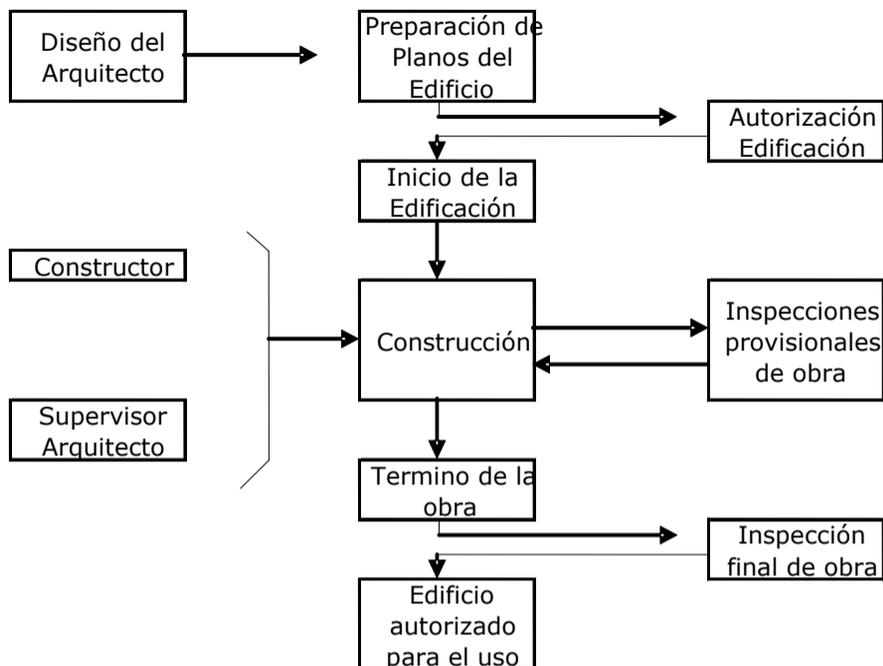
Luego del terremoto de Hyogoken-nanbu de 1995, que provocó graves consecuencias en pérdidas de vidas humanas y daños o colapsos en edificios, surgieron nuevas consideraciones que buscaron aumentar la seguridad de las edificaciones existentes y la introducción de nuevas tecnologías que aseguran altos niveles de seguridad en caso de sismos destructivos.

Para este efecto se implementó un sistema de revisión por desempeño de la edificación en condiciones de sismo severo, buscando establecer las posibilidades y los límites de su desempeño sísmico. Sin perjuicio de este nuevo método, aun es aplicable el sistema de revisión anterior.

El proceso de revisión de los proyectos, se realiza según el esquema del siguiente cuadro:

Esquema: Proceso de regulación de la construcción de edificios.

²² Kuramoto, Hiroshi, Department of Arquitectural and Civil Engineering, Toyohashi University of Tecnology. Disponible en <http://www.fujipress.jp/finder/xslt.php?mode=present&inputfile=DSSTR000100030001.xml> (Abril, 2010)

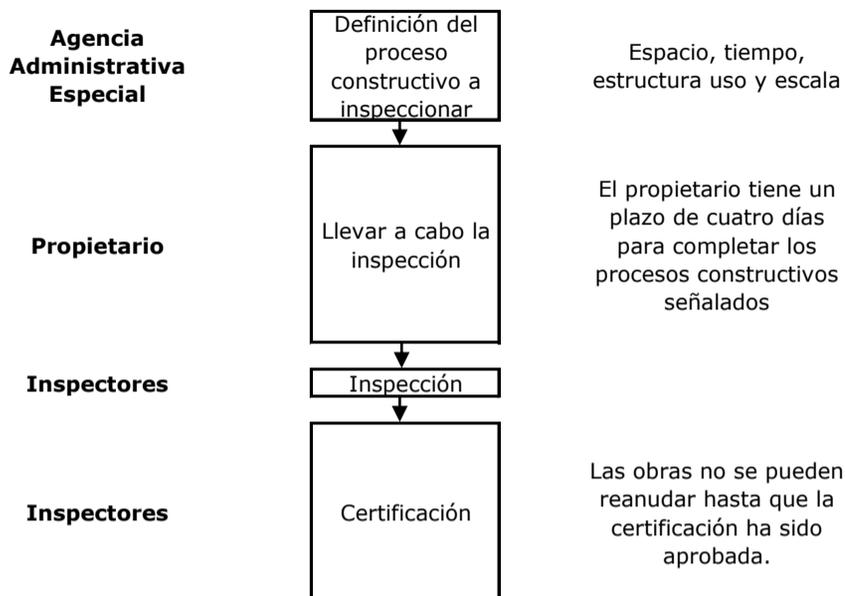


Fuente: Reunión de expertos "The Anti-seismic Building Code Dissemination. Project for the Housing Earthquake Safety Initiative (ABCD/HESI) United Nations Center Regional Development. Disaster Management Planning Hyogo Office. January 2007.²³ Traducción del autor.

Uno de los aspectos que contiene la norma es la Inspección Provisional de la Obra, que contempla la revisión por parte de una agencia especial de carácter gubernamental o de privados certificado para este efecto, que inspecciona la obra durante su proceso de edificación.

Esquema: Proceso de inspección provisional de obra.

²³ Outline of Building Regulations in Japan 2007. Exposición de Atsuo Okasaki, Ministro de Tierras, Infraestructura y Transporte. Disponible en <http://www.hyogo.uncrd.or.jp/publication/pdf/Proceedings/2006%20Symposium%20Expert%20Meeting.en/proceedings.pdf> (Abril, 2010)



Fuente: Reunión de expertos "The Anti-seismic Building Code Dissemination. Project for the Housing Earthquake Safety Initiative (ABCD/HESI) United Nations Center Regional Development. Disaster Management Planning Hyogo Office. January 2007²⁴. Traducción del autor

Por otra parte los profesionales calificados se clasifican según sus capacidades, (Kenchiku-shi) en:

1° Categoría son aquellos que pueden diseñar edificios y supervisar los trabajos de construcción de todos los edificios.

2° Categoría, son aquellos que pueden diseñar y supervisar trabajo principalmente de edificios pequeños

3° Categoría o Mokuzo, son aquellos que pueden diseñar y supervisar construcción de pequeños edificios de madera.

Conclusiones:

La revisión y comparación de la normas nacionales en relación a los cuerpos legales aplicados en otros países con similares características sísmicas, da cuenta que si bien el estándar nacional es acorde con la realidad del país, existen aspectos cuyo perfeccionamiento ayudaría a disminuir los factores de riesgo a que se encuentra sometida la población.

El perfeccionamiento de los sistemas de certificación de los profesionales, en donde sus posibilidades de ejercicio son acordes a la experiencia y calificaciones que presentan, así como el sistema de licencias para el ejercicio asociadas a los mismos conceptos, permitiría el control de errores proyectuales y de aquellos producidos por falencias en el adecuado control de la edificación, derivados de la falta de experiencia profesional.

Asimismo, el establecimiento de revisiones obligatorias y vinculantes con la continuidad del proceso de construcción, efectuadas en momentos críticos de la obra, como se realizan en Japón, permitiría el control de los procesos de edificación.

En este mismo sentido, la revisión periódica de las edificaciones durante su vida útil, para el estudio de las condiciones de mantención y/o de las posibles modificaciones es otro aspecto destacable de las normas

²⁴ Op Cit.

analizadas que permitiría garantizar adecuados niveles de seguridad y de la calidad de la edificación existente.

Por último, y en situaciones de ocurrencia de eventos de emergencia una planificación de un plan de acción para adoptar un sistema de revisión del parque construido que permite proporcionar a la población certezas y a los gobiernos locales información adecuada para la implementación de medidas necesarias.

Este plan de emergencia permite, detectar y contabilizar las edificaciones dañadas, y por otra parte proporcionar seguridad a la población respecto de aquellas que se encuentran en buenas condiciones mediante revisiones realizadas por profesionales calificados y dispuestos para estos eventos.

Construcción en tierra cruda: Utilización en zonas sísmicas.

Como consecuencia del reciente terremoto se reactivó la discusión respecto de la utilización del adobe -nombre genérico dado a las construcciones que bajo distintas técnicas utilizan la tierra cruda- como material de construcción.

La gran cantidad de edificaciones de adobe dañadas constituyen un importante argumento para limitar su uso, sin embargo aun no están disponibles evaluaciones que den cuenta de las reales causas de su colapso: intensidad del sismo sumado a antigüedad y mantención.

Teniendo presente sus cualidades ambientales, económicas y el valor patrimonial de muchas de las edificaciones, frente a los riesgos y fragilidades que presenta como material, se hace recomendable normar respecto de las condiciones y características de su uso, desde la perspectiva de rescatar el patrimonio cultural y arquitectónico dañado, como también para difundir su utilización en otros usos de la reconstrucción asegurando condiciones adecuadas de estabilidad y seguridad.

Desde la perspectiva de la prevención, es necesaria la implementación de un sistema de inspección que detecte aquellas estructuras, de cualquier material, cuya condición podría representar riesgo al ser sometida a un terremoto.

Definición de la materialidad, técnicas y situación post sismo.

El adobe, como es comúnmente designado en nuestro país, corresponde a la denominación nacional, para referirse a distintos tipos de construcciones en tierra cruda, que es un material de construcción compuesto por arena, arcilla y agua, y eventualmente con fibras vegetales o materiales orgánicos como paja. Con este material es posible construir edificaciones de distinta altura y características arquitectónicas utilizando diferentes técnicas constructivas.

Las principales técnicas constructivas utilizadas en Chile corresponden a²⁵:

²⁵ En base a: <http://www.scribd.com/doc/29877404/Taller-de-Construccion-e-Instalaciones>; http://158.170.33.23/arquitectura/romboarg/SUELO_TECNOLOGIAS.pdf (Abril 2010)

1.- Albañilería de adobe o adobe tradicional, que corresponde a una estructura de bloques de barro crudo, con o sin otros aditivos, de grandes dimensiones, entrelazados unos con otros, cuya estabilidad depende de los muros y de la estructura de techumbre.

2.- Quincha es un sistema basado en una estructura de madera o cañas recubierta con barro.

Como consecuencia del terremoto del 27 de febrero de 2010, una parte de las edificaciones de adobe en las zonas afectadas sufrieron daños de distinta envergadura.

Según lo datos proporcionados en el Programa Nacional de Reconstrucción en Vivienda, implementado a través del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, el mayor porcentaje de viviendas destruidas o con 'daño mayor' corresponde a aquellas edificadas en alguna técnica con adobe. La distribución de las viviendas dañadas fue similar en el área urbana como en el área rural y ligeramente superior en aquellas con 'daño mayor' en el área urbana.

Tabla: Viviendas de adobe dañadas.

Ubicación	Destruídas	Daño Mayor	Daño Menor	Total
Adobe Urbano	26.038	28.153	14.869	69.060
Adobe Rural	24.538	19.783	22.052	66.373
Total de viviendas en adobe	50.576	47.936	36.921	135.433
Total de viviendas	81.444	108.914	179.693	370.059
% de daño en el adobe	62,09%	44,01%	20,54%	36,59%

Fuente: Programa Nacional de Reconstrucción en Vivienda.²⁶

Si bien las cifras han vuelto a colocar en discusión si el adobe es un material adecuado para territorios sometidos a actividad sísmica²⁷, esta discusión ha estado presente en diferentes oportunidades en que ha habido situaciones de daño en edificaciones de adobe, y en ellas se ha puesto de relevancia la necesidad de distinguir los distintos escenarios en que se examina su comportamiento.

Es importante considerar que no fue posible acceder a evaluaciones en que se dé cuenta del escenario previo al sismo, en las que se permita establecer si las fallas ocurridas se debieron exclusivamente a defectos del material o a situaciones imputables a otras causas, como edificaciones cuyas estructuras habían sido modificadas (ampliaciones, apertura de vanos para puertas y ventanas, cambios de la cubierta, etc.) perdiendo sus cualidades estructurales, sometidas a la acción del agua o cuya data y falta de cuidados podría justificar su destino.

En este sentido, al momento de evaluar la posibilidad de utilizar este material es importante considerar las características específicas del proyecto en estudio considerando aspectos entre los que incide:

- a. Tipos de técnicas constructivas evaluadas.
- b. Sí es una reconstrucción o una construcción nueva.
- c. El valor patrimonial de la edificación o zona en estudio.
- d. Análisis costo/ beneficio de los resultados esperados.

Revisión del adobe como material de construcción.

²⁶ Disponible en http://www.minvu.cl/opensite_20100329164919.aspx (Abril, 2010)

²⁷ Disponible en <http://blogs.elmercurio.com/columnasycartas/2010/04/15/construccion-en-adobe-1.asp> (Abril, 2010)

Según se señala en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción OGUC, en la edificación se privilegiará el uso de los materiales industriales, sujetos a las normas y a controles de calidad²⁸. Sin embargo, dicha Ordenanza no prohíbe, ni limita el uso de otros materiales de carácter más bien artesanal, como el adobe, y no se hacen consideraciones específicas respecto a su utilización, altura, disposición etc., como sí está definido respecto de otros materiales.

Al analizar las distintas posiciones sobre su utilización²⁹, se encuentran, por una parte, quienes promueven limitar su uso hasta los que abogan por su utilización y difusión, considerando la aplicación de las técnicas adecuadas, justificando que la pérdida del conocimiento ancestral en la materia es la causa de la ocurrencia de graves errores en su utilización actual.

Desde la perspectiva de la estabilidad estructural del material y de su uso futuro, la Comisión Adobe³⁰ desarrollada con motivo del sismo de 2005 en la Primera Región³¹, estableció los siguientes aspectos como recomendaciones y conclusiones en el uso de este material:

a. La necesidad de que las estructuras sean sometidas a todos los aspectos reglamentarios establecidos por la Ley General de Urbanismo y Construcción LGUC.

b. No se recomienda la construcción de edificaciones de vivienda cuya estructura dependa exclusivamente del adobe como albañilería de adobe, o tapial, ya que por sus características (origen y calidad) no es posible predecir su comportamiento.

c. Elaborar y ejecutar un plan de prevención estructural de las edificaciones existentes construidas con este material.

d. Se sugiere la creación de líneas de investigación que apoyen y difunden la utilización de técnicas adecuadas para este material bajo exigencia sísmica³².

Quienes defienden su utilización, colocan como referente la situación en el Perú, país en que se ha desarrollado una norma sobre la utilización del adobe³³, y numerosas experiencias chilenas de reconstrucción de edificaciones en este material³⁴.

En este contexto, en todas las posiciones se concuerda en la necesidad de establecer normas respecto de las condiciones y características en que sería adecuada su utilización.

Tomando como ejemplo la norma peruana E.080³⁵ sobre adobe, se detallan los principales aspectos considerados en su texto:

²⁸ Artículo 5.5.1 y 5.5.2 Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

²⁹ Información sobre el uso del adobe en paginas temáticas e información en prensa: Disponible en

http://www.terram.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=5488 ;

<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0121042005021X0010003> ;

³⁰ Informe Técnico Comité "Adobe" Instituto de la Construcción Año 2005. Disponible en

<http://www.iconstruccion.cl/files/Informe%20C%20Adobe%20F%20L.pdf> (Abril, 2010)

³¹ Actuales Regiones de Arica y Parinacota, y Tarapacá.

³² Existen algunas iniciativas universitarias desarrolladas en este ámbito como la de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Técnica Federico Santa María, a cargo de los investigadores Pablo Barros y Felipe Imhoff. Disponible en:

<http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=0121042005021X0010003> (Abril 2010)

³³ Otros países que tiene norma para la utilización de la técnica del adobe son Nueva Zelanda y Estados Unidos.

³⁴ Disponible en: <http://www.fundacionaltiplano.cl/proyectos.html> (Abril, 2010)

³⁵ Disponible en <http://www.vivienda.gob.pe/direcciones/rne.htm> (Abril, 2010)

1. El objetivo de la norma es permitir proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso.

2. Se plantean como requisitos generales para la aplicación de la norma que: los proyectos arquitectónicos sean adecuados a la utilización del material; las construcciones estén diseñadas en base a principios mecánicos, con criterios de comportamiento elástico; se limite la altura según la zona sísmica, un piso en la zona 3 y dos pisos en las zonas 1 y 2; no se edifique sobre suelos inestables o de mala calidad (granulares, arcillas, etc.), ni propensos a inundaciones, avalanchas u otros fenómenos de riesgo por arrastre.

3. En la norma se establecen los requerimientos básicos, respecto de características del suelo del que se puede obtener el adobe, y sus condiciones de confección: forma, dimensiones y limpieza del material dispuesto.

4. Se determinan condiciones bases de los muros de adobe, relacionadas con: existencia de muros en todas las direcciones y con longitudes similares, plantas arquitectónicas simétricas y preferentemente cuadrada, en lo posible vanos pequeños y centrados, y dependiendo de la esbeltez de los muros se consideraran refuerzos en esquinas y encuentros entre ellos.

5. A partir de la zonificación sísmica existente sobre el territorio, se establecen factores de seguridad y una metodología de cálculo que permite dimensionar los elementos y requerimientos estructurales del proyecto en ejecución, compuestos por: cimentación, muros, elementos de arriostre horizontal y vertical, entrepiso y techo.

6. Se establecen los márgenes de esfuerzos admisibles posibles, para los ensayos de resistencia de los elementos utilizados.

7. Se establecen precauciones ante la humedad y la erosión como principales causantes del deterioro de las construcciones de adobe, basado en: utilización de recubrimientos resistentes a la humedad; cimientos y sobrecimientos que eviten el contacto con el suelo; veredas perimetrales; aleros; sistemas de drenajes adecuados.

8. Se establecen materiales y características para realizar refuerzos en la estructura utilizando materiales como caña, madera o similares, malla de alambre, columnas y vigas de concreto armado. Posteriormente, en el año 2008, se incorporaron los refuerzos en geomalla como otra alternativa para reforzar las estructuras de adobe.

9. Se clasifican los tipos de mortero factibles de utilizar y sus características, según la materialidad utilizada: morteros con adición de algún aglomerante como cemento, cal o asfalto; y morteros en base a paja con tierra.

IV.- SÍNTESIS DE LAS PONENCIAS REALIZADAS EN EL SENO DE LA COMISIÓN.

A continuación, se hace un resumen de las exposiciones vertidas en el seno de la Comisión, clasificándola por orden temático:

A.- DAÑOS SUFRIDOS EN CHILE A CAUSA DEL SISMO.

1. Impactos en el patrimonio nacional.

La **Ministra de Vivienda y Urbanismo, doña Magdalena Matte**, informó a la Comisión Investigadora que los daños fueron menores a lo imaginado, que en general el país se comportó bastante bien ante un

sismo de tales características. Pero que hay responsabilidades en el inicio o en alguna parte de la ejecución de todo lo que colapsó.

Hay varios edificios y viviendas colapsados por daño estructural. Los casos más graves se produjeron en Santa Cruz, donde colapsó un edificio SERVIU y murieron dos personas. En Constitución, donde también colapsó otro edificio, hubo seis fallecidos. Asimismo, colapsaron varios blocks en Rancagua y en otras partes.

Desde el punto de vista de la ingeniería, es importante aclarar que el colapso de los edificios con fallas estructurales pudo tener varios orígenes. Pero, desde el punto de vista de la ingeniería estructural, no existe una razón para que hayan colapsado. Algunas personas han dicho que el terreno era malo o que los ladrillos eran de mala calidad, pero en un terreno, cualquiera que sean sus características, se puede construir bien, si se hacen las fundaciones requeridas y se emplean los materiales correspondientes.

Desde la perspectiva de la construcción, está claro que las edificaciones públicas y privadas tienen problemas en el cálculo estructural, en la ejecución de la obra o en el suelo, tres factores que ciertamente son conocidos y que se pueden prever. De hecho, este terremoto derrumbó el 1 por ciento de los edificios privados y entre el 1 y 1,5 por ciento de las viviendas SERVIU.

Con respecto a las cifras, hay 18.210 viviendas con daño mayor. De esas, 5.817 deberán ser demolidas de todas maneras, porque están con daño estructural. El saldo, de aproximadamente 13 mil viviendas, habrá que estudiarlo mucho, porque a veces reparar una vivienda que está muy dañada sale igual o más caro que construir una nueva.

El Ministerio cuenta con la totalidad de la información de las viviendas dañadas en la Región Metropolitana, pero carece de la información relativa a lo que ocurrió con las que se repararon en 2005 y lo que pasó con ellas ahora.

Otra situación es la de lugares donde hay varios block de departamentos, algunos de los cuales están estructuralmente bien y el resto dañados. En esos casos es muy difícil, y a veces muy caro, reparar unos pocos y botar los otros.

La verdad es que a muchos de esos blocks de departamentos el terremoto les dio el golpe de gracia. Muchos de ellos, como en el caso de Rancagua y otros, estaban con problemas de lluvias y humedad, por lo que los daños que les provocó el sismo obligan a rehacerlos.

Se visitó a un grupo de personas en Maipú, donde se produjo uno de los hechos más lamentables y dolorosos, porque las personas afectadas están en la indefensión total. Ellos pagaron su departamento al contado, así es que no tienen deuda, pero tampoco cuentan con seguro.

En algunos casos de viviendas privadas las empresas inmobiliarias han respondido -es lo que corresponde-, pero en otros han desaparecido, al igual que el primer dueño y el segundo.

Es importante señalar que el Ministerio, no ha emprendido acciones contra las inmobiliarias involucradas en esos casos, razón por lo cual se ha conversado con el Ministerio del Interior y con el de Justicia, con el fin de que colaboren en la búsqueda de un conjunto de abogados que vaya en defensa de esas personas.

Sería muy importante que pudiese hacerse algo en esos casos, porque los afectados no tienen defensa y están en la calle. Lo han perdido todo. Ni siquiera han podido entrar a sus viviendas para sacar sus pertenencias.

Es una situación muy dolorosa la que viven los propietarios de esos departamentos en Maipú, al igual que los de otras ciudades del país, como Concepción, donde colapsaron edificios de departamentos construidos por privados. Sin embargo, en Concepción, por lo menos, hay algunas conversaciones para llegar a arreglos. Lamentablemente, en el caso de Maipú los responsables no han sido habidos.

El Ministro de Obras Públicas, don Hernán de Solminihac, explicó que el principal impacto en las obras públicas se concentró en los Puentes Lo Gallardo, en San Antonio; Los Morros, en San Bernardo; Itata, en Coelemu; Llacolén y accesos, y Juan Pablo II, en Concepción; Raqui y Tabul, en Arauco. En el 40 por ciento del agua potable rural y 27 caletas pesqueras.

El costo total alcanza a 659 mil millones de pesos.

En el caso de las obras concesionadas se hizo una tabla con la incidencia en cada una de ellas. Así es como de 15 puentes dañados, la incidencia es de 2,3 por ciento; hay 10 pasos superiores dañados y la incidencia es 1,6 por ciento; en los 14 pasos inferiores, la incidencia es del 3 por ciento. Las pasarelas son altamente significativas: hay 52 dañadas y la incidencia es del 11,8 por ciento; los daños en calzadas tienen una incidencia de alrededor del 3 por ciento.

El comportamiento de las infraestructuras, tomando todos los casos, no sólo el de las obras concesionadas, es el siguiente:

La información preliminar indica que alrededor del 1 por ciento de las edificaciones diseñadas y construidas bajo la normativa antisísmica existente colapsaron y no son recuperables.

En materia vial, en las zonas afectadas, el 4,3 por ciento de las estructuras mayores –puentes- sufrieron algún daño y el 0,6 por ciento colapsó.

En la red caminera, el 2,9 por ciento sufrió daños y la falla que debe mirarse con mayor atención es la asociada a terraplenes.

El 11,8 por ciento de las pasarelas de la red concesionada de caminos tuvo daños y el 40 por ciento de las instalaciones de agua potable rural colapsaron.

Con respecto a la evaluación de las obras concesionadas, aunque existieron problemas en algunos contratos, en general se comportaron de manera adecuada, dada la magnitud que tuvo el sismo.

Sin perjuicio de lo anterior, como es de público conocimiento se generaron daños, tal como fue el caso del aeropuerto Arturo Merino Benítez, los que correspondieron fundamentalmente a recubrimientos (cielos falsos principalmente) y equipamiento, situación que motivó la suspensión de su operación por algunos días, encontrándose en la actualidad dicha situación superada desde el punto de vista operacional.

El monto total de los daños asciende a 2.010 millones de dólares. Al 20 de abril se habían catastrado 2.331 puntos en obras MOP. dañadas por el sismo. El costo estimado para superar la emergencia y

reconstrucción de infraestructura pública MOP. ascendería, como máximo, a 540.000 millones de pesos.

El Asesor de la Ministra del Vivienda y Urbanismo, don Eduardo Contreras, informó que los daños en las viviendas del SERVIU fueron los siguientes:

El comportamiento de la vivienda SERVIU se puede clasificar en cinco categorías fundamentales:

- 1) Daños reparables;
- 2) Colapso o daño en edificios de departamentos, de albañilería confinada de más de 15 años;
- 3) Colapso en edificios de departamentos asociados al comportamiento de suelos;
- 4) Colapso en edificios de departamentos de construcción de albañilerías reforzadas;
- 5) Colapso en viviendas construidas a partir de 2005.

Hubo daños en edificios de albañilerías reforzadas con colapso de los dos primeros pisos. Se puede hacer una distinción con lo que pasó con las viviendas construidas después de 2005, en que el Ministerio, a través de la ley N° 19.472, de Calidad de la Vivienda, traspasó la construcción de viviendas a empresas particulares, tras lo cual el Ministerio ejerció una labor fiscalizadora sobre los proyectos.

Describe todos los programas que están contemplados dentro del estudio de vivienda dañada expedido por el Ministerio. Ellos son: la vivienda básica SERVIU, construida desde 1984 a 2002; la vivienda progresiva, que consistía en casetas sanitarias; las viviendas PET, que corresponden a un programa especial para trabajadores con apoyo de la empresa privada; la vivienda básica privada construida desde 1996 a 2004, que comprendía un subsidio más ahorro y, eventualmente, crédito hipotecario, dependiendo del monto de la vivienda; el subsidio rural, que se mantiene vigente desde 1984, que subsidia la construcción de viviendas en sitios propios en zonas rurales; el Fondo Solidario de Vivienda I, para viviendas del primer quintil, que aún está vigente; el Fondo Solidario de Vivienda II, para el segundo y parte del tercer quintil, que también está vigente desde 2001, y el PPPF (Programa de Protección del Patrimonio Familiar), que está orientado a reparar y mejorar las viviendas de los programas antiguos.

El Ministerio realizó un primer catastro de las viviendas que requieren reconstrucción, a base de un primer informe, ya que posteriormente se está realizando uno nuevo para tener una idea más precisa de lo que sucede.

Respecto de lo que se investigó en 2005, en cuanto a la calidad de la vivienda. La división técnica del Ministerio entregó un informe en el que se incluían 180 conjuntos de viviendas, con 22.060 viviendas en total. De estos conjuntos, 107 se encuentran en la zona afectada por el terremoto, lo que corresponde a 14.290 viviendas. Ello equivale al 59 por ciento de los conjuntos y al 64 por ciento de las viviendas.

El informe de 2005 comprendía 180 conjuntos que habían sufrido reparaciones o condonaciones de deuda. De éstos, 107 aparecen en la zona del terremoto.

En cuanto al comportamiento de los edificios privados, en ellos se puede observar que hubo daños en elementos no estructurales, daños estructurales en pisos inferiores y colapso de estructuras con daño irreparable.

De acuerdo al consenso general se ha visto un gran daño en elementos no estructurales, tales como tabiques, y en elementos secundarios, como puertas de acceso. Esto es respecto del terremoto de 1985.

Existen fallas típicas en elementos estructurales de primer y segundo piso, que corresponde a lo que los ingenieros definen como pisos blandos, en los que hay alguna diferencia estructural, cambio en la estructura.

En otra diapositiva muestra los daños estructurales en elementos de loza de pequeñas dimensiones, producto principalmente de las compresiones que sufrieron frente al sismo. Se produjeron descensos verticales, que son más evidentes, que además tienen algún nivel de desplazamiento horizontal. Hasta aquí todos estos daños son relativamente reparables. Hay que estudiar cada caso, pero en teoría son relativamente reparables.

En cuanto a vialidad urbana, explica cómo ha sido el funcionamiento de la responsabilidad del Ministerio y de los SERVIU en cuanto a la construcción, reposición, conservación y administración de las obras de pavimentación de aceras y calzadas. A partir de 2006 esta tarea quedó bajo la responsabilidad de los gobiernos regionales con la supervisión técnica de los SERVIU regionales. A su vez, el SERVIU es el encargado de dar las características técnicas de los pavimentos y de las sub bases y de controlar que éstos sean construidos de acuerdo a las especificaciones técnicas y a los diseños respectivos. Por lo tanto, tienen que ser aprobados por el SERVIU, salvo en la comuna de Santiago que tiene un reglamento especial y depende de su Departamento de Pavimentación.

De acuerdo al catastro que se hizo después del terremoto, el costo involucrado en reparación de obras viales urbanas asciende a 42.383 millones de pesos, de los cuales el 56 por ciento corresponde a la Octava Región; en el resto de las regiones el porcentaje es bastante menor.

El Doctor en Urbanismo, a cargo del Plan de Reconstrucción del BíoBío, don Sergio Baeriswyl, consideró que el sismo del 27 de febrero produjo un daño inmenso en la Región del BíoBío. El fenómeno que

acompaña al sismo, el *tsunami*, afecta al litoral de la Región del Biobío de manera muy especial y con daños que, desde el punto de vista urbano, merecen atención, porque en la mayoría de los casos de las 18 localidades que involucra el plan de reconstrucción del tejido urbano, la estructura urbana, fue borrada producto de este fenómeno. Ello demanda un proceso de reconstrucción que no es simplemente de reposición de unidades habitacionales, sino una intervención más profunda y reconstructiva del tejido urbano.

Hubo una destrucción física, pero, también, una destrucción importante en el capital social de la región, lo que demanda un proceso de reparación a más largo plazo y con herramientas que no necesariamente son las urbanísticas. No obstante, desde el punto de vista de la planificación urbana, el urbanismo puede transformarse en una herramienta fundamental para el proceso de refundación de muchas de estas localidades.

Las localidades que fueron siniestradas con ese doble impacto, es decir, el terremoto y posterior maremoto, parten en el sector norte por Cobquecura, siguen por caleta Perales, Dichato, como una ciudad-balneario; Coliumo, Caleta del Medio, Los Morros, Cocholgue, Penco, Lirquén, Tumbes, Talcahuano, Lo Rojas, Puerto Norte, Isla Santa María, Tubul y Llico, en Arauco, al igual que Lebu, Quidico, Tirúa e Isla Mocha. La cifra que aparece a continuación corresponde al número de habitantes respecto de los datos oficiales del censo de 2002, de modo que no son fielmente representativos del total de habitantes que hoy tienen las localidades señaladas.

Se tiene el registro de 11.633 unidades, sean habitacionales, de servicio o equipamientos que están severamente dañadas o simplemente son irreparables desde el punto de vista de la distribución asociadas a cada una de esas localidades.

Hay mayor concentración en el sector más poblado, que está en el área de la costa centro y norte de la región. La magnitud de los daños resulta evidente al observar cómo quedó el casco central de Talcahuano, en donde el volumen que alcanzó la destrucción es significativo, ya que aun a cien días del maremoto no logra restablecerse y alcanzar un nivel precario, ni siquiera básico, de normalidad.

El sector de San Vicente, que corresponde a la zona de inundación, involucra al casco central de Talcahuano, al igual que todo el sector de San Vicente, y por el otro lado involucra, incluso, hasta las proximidades del hospital Las Higueras. Esto estuvo considerado en las cartas del SHOA, pero esta realidad no se internalizó.

El Director del Instituto Nacional de Normalización, don Sergio Toro Galleguillos, informó a la Comisión que las estructuras afectadas, de acuerdo con información entregada por el MOP., corresponden al 0.6 por ciento de los puentes, 2.9 por ciento de los caminos, 12 por ciento de pasarelas y el 40 por ciento del agua potable rural.

La explicación más factible es que ello se debió básicamente a la mecánica de suelo y malas prácticas, porque la respuesta de las construcciones que estaban normadas tuvo un desempeño más aceptable que las que no estaban normadas.

En el caso de las pasarelas hubo un cambio de especificaciones en los contratos de concesión y se aceptó el reemplazo del acero por poliuretano lo que podría haber significado ese desempeño del 12 por ciento. Sin embargo, aclaró que no hay confirmación al respecto, que habría que hacerlo a través del Ministerio de Obras Públicas.

Consideró que las construcciones en general soportaron lo que estaba previsto.

Las normas antisísmicas no evitan que las estructuras tengan daños, sino que no colapsen y que se puedan salvar vidas. Afirmó que el sismo chileno, varias décimas de grado superior al de Kobe, Japón, ocasionó bastante menos daños que los producidos allí.

Es muy curioso, porque en el caso de Kobe, Japón, la mayor cantidad de destrucción se produjo en estructuras de viviendas muy similares a las de adobe chilenas. Además, se generaron muchos incendios, porque las calles son muy estrechas. Ellos tenían ya una norma bastante más rigurosa para 1982, pero que en esa ciudad –la sexta de Japón- no se aplicó inmediatamente; en ese caso falló la previsión. Sin embargo, hoy Kobe cuenta con una estructura bastante mejor armada.

El Alcalde de la I. Municipalidad de Constitución, don Hugo Tillería, criticó a los técnicos que señalan que el comportamiento de las construcciones fue excelente, puesto que aproximadamente el 99 por ciento de ellas respondió bien y sólo el 0,1 por ciento sufrió daños, debido a que ese 0,1 por ciento implicó la pérdida de vidas humanas. Cuando se pierde una vida humana se debe poner el acento en las fallas que pudieran haber provocado esa pérdida, lo cual no significa que haya que construir un tanque o un buque que no se pueda destruir, pero se debe construir con el objeto de asegurar las vidas humanas, puesto que la pérdida de vidas ha sido el gran impacto que ha sufrido la ciudad de Constitución.

La comuna más dañada, a nivel país, ha sido Constitución, porque fue azotada por dos episodios: terremoto y *tsunami*. Quien conoció Constitución por cierto lo puede corroborar, puesto que desapareció gran parte del borde costero del río y el ciento por ciento del borde costero del mar, ya que olas de 12, 14 y 18 metros arrasaron con todo lo que hallaron a su paso.

Fue arrasada por dos olas: la sur y la norte, las que impactaron prácticamente en la boca del Río Maule, donde se produjo una gran subida, y por ello es que ingresa a gran velocidad por el Río Maule.

Hay veinticuatro edificios de block SERVIU dañados, en uno de los cuales se perdieron ocho vidas, porque el de cuatro pisos quedó reducido a tres. Esas cosas no pueden pasar. No importa que se construya un tanque, si cuenta con la seguridad mínima para cada una de sus ocupantes.

Se cayó alrededor del 95 por ciento de la zona cívica y comercial de la ciudad, cuyas casas y edificios estaban construidos en su totalidad en adobe. Hay 60 manzanas, 66 hectáreas construidas, que hoy ya no existen y prácticamente se han convertido en peladeros.

La parte de los cerros y sus casas de madera soportó bien el terremoto. Hay 24 edificios con daños. Los daños de todas las construcciones, de las iglesias son enormes. Como Municipalidad se arrendaron diez casas, de las que sólo una se salvó, porque era nueva. Hoy

no hay dónde funcionar para atender y entregar los servicios municipales. Se trabaja en containers en la plaza.

Han muerto 92 personas y, a este momento, 10 personas desaparecidas, en cuya búsqueda han estado trabajando más de 300 bomberos en la zona. La ciudad estuvo completamente paralizada, en los ámbitos industrial, comercial y educacional. Muchos de los colegios y los servicios de salud están dañados.

El Alcalde de la I. Municipalidad de Talca, don Juan Castro, informó sobre las características de Talca: tiene una población de 215 mil habitantes, 52.750 viviendas, un área urbana de 3.200 hectáreas y una rural de 24.000 hectáreas, con un índice de urbanización de 5,8 por ciento de crecimiento anual.

Hay alrededor de 10.528 patentes comerciales, cuya distribución es la siguiente: 7.089 de PYMES; 750 de alcoholes; 78 de industrias; 241 de talleres pequeños; 78 de colegios de Enseñanza Básica; 42 de liceos de Enseñanza Media y 9 de universidades.

Agregó que fue la ciudad más dañada de todas las ciudades afectadas por el sismo, dado que el efecto del terremoto en los inmuebles fue el siguiente: 14.862 propiedades dañadas; 4.125 viviendas destruidas; 6.784 viviendas dañadas recuperables, y 286 viviendas que forman parte del comercio destruido.

Locales comerciales que se pueden recuperar, 187; industrias destruidas, 12; industrias recuperables, 62.

Hay 3.406 habitaciones con daños leves, inmuebles que no cumplen con los requisitos básicos para postular a un subsidio. Se han ido mejorando por parte de los mismos propietarios.

Hay 3.768 viviendas de adobe dañadas, que corresponden al 91 por ciento del daño; 187 viviendas de albañilería; 110 viviendas de madera y 60 viviendas de hormigón. Las viviendas de hormigón son básicamente edificios sociales.

Viviendas recuperables: 4.613 construidas en albañilería reforzada, 1.221 viviendas de adobe, 610 viviendas de hormigón y 340 viviendas de madera.

Hay 23 establecimientos educacionales destruidos: 15 escuelas básicas, 7 de enseñanza media y una universidad.

Una parte importante del hospital se encuentra destruida y un consultorio rural quedó con daños muy severos.

La infraestructura vial de servicios públicos no sufrió mayores daños, sólo se vio interrumpida transitoriamente a consecuencia de escombros en la comuna de Talca.

Los servicios de agua potable se cortaron, pero se restauraron paulatinamente. Durante las dos primeras semanas quedaron restablecidos todos los servicios básicos.

Servicios públicos: la Intendencia Regional quedó inhabilitada, al igual que la Corte de Apelaciones, el hospital regional quedó

parcialmente inhabilitado y al igual que cuatro liceos emblemáticos, un edificio, el mercado central, que es monumento nacional de la ciudad, y cuatro iglesias.

En cuanto al diagnóstico de los posibles factores de daño, el material de construcción de las edificaciones fue sin duda la principal causa del daño o el colapso de las estructuras. En ese sentido, el adobe es el gran perdedor, porque la ciudad tiene un casco antiguo muy alto, en el que las edificaciones de adobe macizo y su variante, adobe con alma de madera, la quincha, representan el 91 por ciento de las viviendas destruidas.

Asimismo, es importante destacar que el casco urbano antiguo de la ciudad acoge más o menos el 80 por ciento del universo de ese tipo de construcciones. El grado de destrucción de esa clase de estructuras es completo, en la mayoría de los casos sin posibilidades de reparación.

El origen de estas estructuras data desde comienzos del siglo XX, hasta aproximadamente 1939, puesto que luego del terremoto de Chillán comienza a aplicarse la legislación establecida en materia de construcción.

El museo de Talca, construido completamente en adobe macizo, quedó prácticamente destruido.

En cuanto a las fallas del terreno y el mal uso del suelo, la segunda causa de colapso de las estructuras se refiere al mal uso de los terrenos y a la falta de cálculos para cada construcción, puesto que se construyó en bordes de quebradas, terrenos bajos y cauces sin uso, pero con arrastre de material, lo que provocó daños a las viviendas construidas en las quebradas cercanas al río Claro, donde villas nuevas quedaron muy dañadas debido a la cercanía del río.

Talca es una ciudad bastante plana, pero los edificios que presentaron más problemas fueron aquellos que están en altura.

El past president de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Rodrigo Mujica, consideró que se esperaba un comportamiento bastante peor pero que, en definitiva, sólo hubo alrededor de veinticinco edificios que sufrieron una pérdida casi total, que corresponde a menos de 0,1 por ciento.

Hay errores constructivos que contribuyeron a problemas en otros edificios, que tienen problemas menores y solucionables.

El funcionamiento de la revisión es perfectible como todo sistema. Ha funcionado bien, porque generó un círculo virtuoso y revirtió el círculo vicioso que se venía produciendo bajando la calidad.

Que un edificio no tenga daños en un terremoto aumenta el costo y disminuye la calidad estética y arquitectónica, lo que puede ser peor que la enfermedad. Como si se pidiera a los ingenieros que construyeran un automóvil para chocar. El auto sería como un tanque, andaría a 50 kilómetros por hora, gastaría mucho combustible y se vería horrible. Eso sucedería con un edificio que fuera anti todo. Siempre habrá daños, sin perjuicio de que hay que mejorar las normas para llegar a un óptimo.

El edificio emblemático de Alto Río es una vergüenza, tal como el edificio que se cayó y mató a ocho personas, pero son la excepción a la regla. Si el 99 por ciento de los edificios resistieron bien, significa que en general las normas funcionaron bien, a pesar de que las aceleraciones alcanzaron prácticamente al doble.

El Director del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM), don Fernando Yáñez, considera que en general hubo un buen comportamiento de la edificación como respuesta al terremoto, pero hay algunas constantes que merecen preocupación, después que el IDIEM. ha inspeccionado aproximadamente entre 100 y 150 edificios de altura en la zona afectada por el sismo.

Los grandes terremotos se concentran en el borde del Pacífico. Se puede apreciar la costa norteamericana, Japón; se salta Australia y luego ataca a Nueva Zelanda medio a medio. Europa, con Grecia y Turquía, también figura allí.

Pero Chile en materia de sismos nadie duda que juega en las grandes ligas. El país se asocia a la tecnología norteamericana, porque los norteamericanos son los grandes codificadores, los que resumen lo que pasa en toda esa placa junto a los japoneses.

Las mejores escuelas de arquitectura en el mundo están en el este norteamericano y en Europa, en zonas no sísmicas. Eso tiene un impacto muy grande porque la formación de las escuelas de arquitectura en el mundo entero, incluido Japón, proviene del conocimiento que se genera en zonas no sísmicas.

Hubo un dato sorprendente que salió en El Mercurio, que señala que de toda la energía que el planeta ha liberado entre 1906 y 2010 a través de sismos, el 25 por ciento proviene de Chile, según Brian Atwater, de USGS. Entonces, cuando uno comienza a ver cómo se comportó la construcción chilena, se debe contrastar con el contexto.

Con respecto a los daños hay cosas que se repiten. Primero, todas las construcciones que han colapsado o que están por demoler fallan en un piso. No es un daño generalizado como el que se supone cuando los ingenieros diseñan la estructura, que se tiene que demoler entera. Aquí se concentra el daño en un piso y eso se llama "piso blando".

En segundo lugar, todos están concentrados y asociados, de un modo u otro y con raras excepciones, a los estacionamientos debajo de edificios, lo cual es algo nuevo.

En tercer lugar, los edificios que colapsaron o están por demoler, son todos edificios nuevos y construidos en la última década. Ninguno de la década del noventa ha colapsado o tiene daños severos. Es decir, aquí aparecen cosas nuevas en edificios nuevos.

Luego viene un aspecto técnico referido a las fallas por flexo compresión. Hubo muy pocas fallas por corte, lo que sorprendió. Respecto a los muros, Chile acostumbraba a construir los edificios en altura con muros de 30 a 35 y 40 a 45 centímetros de espesor; los edificios colapsados tienen muros de 20 centímetros de espesor.

Otro aspecto es la alta carga axial. Aquí aparece algo a destacar: las fallas están asociadas a una arquitectura sísmicamente vulnerable.

Hay una arquitectura que proviene por la necesidad de cobijar estacionamientos debajo de los edificios, lo que ha provocado todos los colapsos.

La Torre Tajamar, que es un edificio emblemático de 28 pisos, construido en 1965 –audacia en la época, porque Chile construía edificios

de no más allá de 10 ó 12 pisos-. Chile salta de 12 a 28 pisos con este edificio, el cual se ha comportado en forma fantástica durante 40 ó 50 años.

Las características son las siguientes. Existe una planta y tiene muros longitudinales y transversales. Lo curioso es que los edificios nuevos que han fallado tienen esta misma estructuración en la base.

Ello se debe en primer lugar, a que no tiene estacionamiento subterráneo. En segundo lugar, los muros del primer piso son de 45 centímetros y, el segundo, éstos pasan a 35 centímetros. Posteriormente siguen hasta el piso 28 en 35 centímetros, sin ninguna singularidad. Es decir, el muro, tal como está ahí, sigue derecho hasta arriba.

Las diferencias son las siguientes. En primer lugar, los muros actuales del primer piso de los edificios que colapsaron tenían 20 centímetros, algunos incluso 15 centímetros. En segundo lugar, es interesante notar que si se observan los pisos superiores, es decir, el segundo o tercer piso de edificios que han tenido daño, el edificio cambia, y ya no es la misma estructuración.

Esta estructuración que se ha comportado tan bien, está en los subterráneos del primer piso y luego cambia porque esta estructuración es muy apta para estacionamientos. Luego, en el segundo o tercer piso, aparecen departamentos con densidad de muros mayor; una caja rígida. Al respecto, pareciera ser que hay dos arquitecturas distintas. Por eso es una arquitectura sísmicamente vulnerable.

Hay una arquitectura que se diseña en las partes de abajo y luego la arquitectura que diseñada para la parte de departamentos. Y pareciera ser que la arquitectura B la colocan sobre la A, y el enchufe entre las dos arquitecturas provoca unas tremendas singularidades que causaron los colapsos.

Entonces, al hacer esta comparación se va viendo lo que pasó. Esto es repetitivo, es constante.

El nombre de “piso blando” se genera a partir del famoso colapso del hospital Olive View de San Fernando, en Los Ángeles, California, en 1971. El “piso blando” tiene que ver con el colapso del primer piso, en donde la parte superior del hospital corresponde a una caja rígida en donde están las salas. Entonces, frente a un piso blando con columnas distanciadas, se produce una muy peligrosa situación, en donde en una de las alas de este hospital el primer piso desapareció.

El Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Tomás Guendelman, expresó que hay daños muy importantes en elementos no estructurales, que han servido como caja de resonancia frente a la opinión pública de una magnificación del daño. Se pudo apreciar en cada vivienda, sea casa o departamento, una cantidad de destrucción significativa en elementos no estructurales, lo que hace sentir que el terremoto había sido mucho más dañino de lo que efectivamente fue.

Sin embargo, cuando se observa lo que ocurre en los elementos estructurales, se comprueba que en rigor la aplicación de esa norma, por mucho que el sismo que la ampara sea diferente al sismo registrado, estuvo dentro de lo que la disciplina, tanto en planos nacionales e internacionales, ha considerado como un éxito rotundo.

Si se compara el porcentaje de viviendas afectadas respecto de lo que se observa en el mundo frente a sismos incluso más pequeños que éste, y si se compara el número de víctimas directamente atribuibles a fallas constructivas o fallas estructurales, el porcentaje es bastante inferior.

Esto fue afirmado por las distintas comitivas internacionales que vinieron de visita a observar los daños del terremoto.

Hay una carta bastante antigua, de noviembre de 2001, escrita por el señor Elías Arze Loyer, un destacado profesional ya fallecido, calculista notable, que envió al señor Claudio Acuña, del Instituto de la Construcción de la época. De esa carta el punto 3, sobre riesgos, señala: “La empresa del señor Guendelman, especializada en la asesoría y revisión de diseños sísmicos, ha analizado más de 4 mil edificios desde su fundación. En su estudio, que será publicado por Achisina en abril próximo –me refiero a 2002-, compara la resistencia con los esfuerzos sísmicos de 1.164 edificios construidos desde 1996.”. Otra parte de la carta señala: “Los informes japoneses y nacionales de daños en los terremotos desde 1928 y los estudios hechos por el profesor Rodrigo Flores para el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de los terremotos de 1965 y 1985, confirman fehacientemente lo expuesto.”. Vale decir, los resultados mencionados anteriormente, con los porcentajes de vulnerabilidad son absolutamente coincidentes, incluso, con cifras significativas muy similares, a lo que se viene observando en Japón desde 1928 y con lo observado en 1965 y 1985 para los estudios del MINVU, hecho por el señor Rodrigo Flores.

Esa carta es un documento histórico porque tiene un trasfondo significativo para validar lo obrado. Muchas veces, se ha repetido la misma frase para mayor comprensión: no se puede culpar a un médico que en 1930 tuvo un desastre por no contar con penicilina a la mano, porque no se había inventado. De modo que mientras no existió el terremoto del 27 de febrero se debía actuar con los medios que se tenían a mano. Ése es el desempeño que ha tenido la profesión y conforme a ese estándar son los resultados de excelencia.

Las magnitudes de la fuerza que se inducen en un sismo dependen de los niveles de aceleración. El cociente entre la magnitud de las fuerzas, por llamarlo en forma simplificada, que genera el sismo del 27 de febrero, dividido por lo que sería exigible, conforme a la normativa. Valores del orden del 2,3 ó 2,4. Es decir, este terremoto importó un aumento de las cargas sobre las estructuras de más del ciento por ciento de lo que el ingeniero diseñador del proyecto estaba en condiciones de ofrecer de conformidad a la ley y al conocimiento a la fecha.

El momento flector, es la cantidad de fuerza multiplicado por la altura, o sea, lo que tiende a volcar una estructura, y se ve que esa cifra es del orden del 1,5 para igualdad de fuerza. Ahora, al combinar los dos efectos, la duplicación de la magnitud de la fuerza y el aumento del brazo de palanca para el momento, se ve que en los muros de la parte inferior de un edificio se pueden llegar a tener tres veces la magnitud de compresiones, lo cual provoca falla en el hormigón, ruptura del acero, con pandeo en forma previa, y propagación de esa falla en forma horizontal. Este hecho ha sido absolutamente comprobado en este terremoto, pues se observa en los niveles inferiores de los edificios fallas horizontales repetidas, cuya explicación es la flexotracción, que es una forma de falla nunca antes vista en el país. Antes se tenían sólo las grietas diagonales, que el señor Rodrigo Flores graciosamente explicaba: “Primero, va para allá y forma una grieta, luego va para el otro lado y forma otra grieta; con eso se forma una cruz que indica que esa construcción no sirve”. Es decir, el terremoto calificaba con nota a las estructuras, poniéndoles una cruz a las que no servían. Ese es un factor tremendamente importante de amplificación.

Entre los datos cualitativos del sismo cabe señalar: severidad sensible, larga duración, contenido de frecuencias -que es el efecto de que se amplifique en períodos altos- diferente a las del sismo de 1985, base de la norma; grietas horizontales; pérdida de verticalidad en una decena de edificios de

mediana altura, 15 o más pisos, no observada en sismos anteriores. Sin embargo los resultados se pueden considerar satisfactorios.

El Director Ejecutivo de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios, don Vicente Domínguez, consideró que pese a que el último terremoto, fue el séptimo de mayor magnitud a nivel mundial, tuvo efectos económicos y el número de víctimas fatales inferiores a los causados por sismos menores en países semejantes. Por ejemplo, el recién ocurrido en Turquía, el de 1985 en México, o incluso el terremoto de Kobe, de 1995.

De 10 mil edificios habitacionales construidos en los últimos 25 años por la industria inmobiliaria chilena, sólo colapsó uno, hay catorce con orden de demolición y veinte que se declararon inhabitables o con recomendación de evacuación. Entendiendo que la ley chilena establece para sismos de esta envergadura la obligación de que las estructuras habitacionales protejan la vida humana por sobre las prestaciones funcionales de la vivienda, se debe asumir, en términos generales, que el parque habitacional desarrollado en el país en el último tiempo cumplió con las obligaciones técnicas y responsabilidades sociales de manera óptima, sobre todo, si se considera que en comunas como San Pedro, Curicó y Maipú, las aceleraciones del sismo superaron en más de un 250 por ciento los umbrales definidos en la norma. Es decir, la norma fue superada en una serie de comunas en términos muy importantes. Todo esto es según informes preliminares de la Universidad de Chile.

La buena respuesta se debe a que la industria de la construcción, y particularmente el mercado, son actividades claramente reguladas en sus aspectos técnicos. Se ha extendido la idea de que la industria de la construcción no es regulada, pero la verdad es que es extraordinariamente regulada. No es una industria en la que se construye lo que uno quiere y en el momento que quiere. La ley general de Urbanismo y Construcciones, la ordenanza general, así como las normas sísmicas y otras herramientas regulatorias, definen un marco legal y una cadena de responsabilidades y supervisiones que aseguran, en la gran mayoría de los casos, un buen comportamiento de nuestras casas y edificios frente a fenómenos de la naturaleza como los vividos.

Los proyectistas, las constructoras, los proveedores de materiales y las inmobiliarias son certificados o supervisados por una serie de actores públicos y privados, que velan por buen desempeño de nuestras estructuras.

En este contexto, parece fundamental, como industria y como país en general, aprender de esta catástrofe natural sufrida, mejorando aquellos aspectos técnicos y legales, basados en los nuevos antecedentes surgidos de la práctica y analizando siempre los costos y beneficios sociales y económicos que estos cambios generarían. Esto último es muy importante, porque cualquier incremento de seguridad o de calidad significa un aumento de costos y esto hay que contrastarlo con los beneficios sociales.

Como Asociación se ha apoyado la celebración de encuentros técnicos de alto nivel, que han congregado a especialistas destacados. En mayo, apoyó un seminario organizado por Icare que trató el terremoto y sus consecuencias en materia de aprendizajes y correcciones. Asimismo, se realizó en conjunto con Portalinmobiliario.com, Collect Investigaciones de Mercado y Decon, de la Universidad Católica de Chile, el 27 del mismo mes, un seminario denominado "90 días después del sismo".

En ambas ocasiones, se invitó a prestigiosos ingenieros y expertos en sismología, tanto nacionales como extranjeros, para que ilustraran acerca de lo que había sucedido en el país.

En materia de propuestas, al igual que en eventos sísmicos anteriores, los antecedentes generados en el último suceso entregan nueva información para ajustar nuestra norma sísmica. Como se puede ver en los

análisis preliminares, la aceleración vertical y horizontal, registrada el 27 de febrero en varias comunas, superó reiteradamente el umbral definido en la norma, lo cual fue contrarrestado, evitando una catástrofe mayor, por los altos coeficientes de seguridad que los proyectistas y las constructoras aplican en su ejercicio profesional.

Este hecho no se ha destacado suficientemente, pero es así. En general, la gran pelea de las constructoras con los ingenieros estructurales es que estos últimos siempre se sobregarantizan respecto a la norma, mientras que las empresas constructoras se preocupan de los costos. Es una pelea habitual que, afortunadamente, en general, han ganado los ingenieros de estructura, los proyectistas. Por eso, el cálculo estructurado ha sido más exigente que el de antes. Incluso, en el edificio Alto Río, que está colapsado en Concepción, se puede apreciar en el costado un edificio construido que no tiene daños estructurales severos. Ello se debe a que ese edificio fue construido con un proyecto de cálculo de estructuras extraordinariamente exigente, considerando que la zona es muy mala. Para la empresa inmobiliaria Paz, la construcción de ese edificio significó toda una lucha con el ingeniero, pero éste al final le dijo que sólo construiría en las condiciones que él señalaba. La empresa no tuvo más que aceptar esas condiciones para llevar adelante el proyecto. Gracias al ingeniero, la constructora Paz no tuvo ningún problema en ese edificio.

Por otra parte, la información geotécnica tanto de Santiago como de Concepción parece corroborar que la estratificación general de los suelos urbanos de ambas ciudades tiene repercusiones directas en la aceleración que producen los sismos y éstos en los daños sobre las edificaciones.

Todos estos antecedentes generan la base necesaria para revisar el marco normativo, actualizarlo y perfeccionarlo en base a la experiencia. Es importante considerar que el sobrecosto económico por los factores estructurales de las construcciones habitacionales es relativamente menor a los beneficios sociales que una buena norma puede generar.

Hasta la fecha no se ha generado en términos oficiales una comisión o grupos de trabajos con poder, que recopilen las experiencias de los ingenieros especialistas para que pronto se formule una nueva norma.

La experiencia del terremoto de 1985 se plasmó muchos años después en una serie de normas. Si se quiere actuar con premura en esta oportunidad, deben adoptarse decisiones de carácter oficial en ese terreno.

El Presidente de la Cámara Chilena de la Construcción, don Constans, expresó que muchos profesionales extranjeros relacionados con la construcción, invitados y otros visitantes por iniciativa propia, consideran que el comportamiento de Chile, tanto en materia de normas como de cumplimiento, tuvo buenos resultados.

En efecto, tanto las normas de diseño como las de construcción dieron un examen muy riguroso luego del sismo del 27 de febrero. Por lo tanto, ellos vienen a verificar que las normas que existen en el país se cumplen y, por consiguiente, es confiable venir a ver cómo se han comportado.

Chile tuvo uno de los 10 sismos más importantes de que se tiene registro. Los 3 terremotos que están calificados dentro de los 10 de mayor magnitud fueron en Vallenar, Valdivia y Cobquecura. El terremoto de 1906, que ocurrió en Valparaíso, tuvo 7,9 grados de magnitud.

El terremoto del 27 de febrero ha sido el quinto mayor del mundo. Es importante destacar que la magnitud tuvo un elemento adicional que es muy dañino para todas las estructuras, que fue la duración. Ese sismo tuvo una duración de casi tres minutos, lo que implica someter a las estructuras a una condición adicional a la magnitud.

El epicentro fue al norte de Cobquecura y las regiones afectadas fueron la de Valparaíso, la Metropolitana, la del Libertador Bernardo O'Higgins, la del Maule, la del Biobío y la de La Araucanía, de manera que fue afectada parte importante de la población del país, sobre 12 millones de habitantes.

Además, tornó mucho más dramática la situación que el *tsunami* sufrido por toda la zona central abarcó prácticamente 500 kilómetros de costa.

La prosecución de sismos demuestra claramente cómo fue el impacto que se produjo. El territorio fue sometido por el sismo en una extensión de prácticamente 500 kilómetros.

En cuanto a la aceleración, si se compara con terremotos anteriores, hoy hay una mejor información, que determina, exactamente, con mediciones, en algunos casos, bien puntuales, el efecto que se produjo en distintos lugares de Chile, particularmente, de la zona central. Ello permite analizar las mediciones e incorporarlas en el proceso de mejora de las normas que hoy nos rigen.

Por ejemplo, algunos están ubicados en instituciones tan prestigiosas como la Universidad de Chile, la Universidad Católica e Ingendesa, lo que ha permitido tener una definición y un control claro de lo que pasa con el suelo, con la tierra, respecto de los acelerógrafos.

Los registros que tiene la red de la Universidad de Chile, a los que si bien les falta aplicar factores de corrección, muestran, claramente, que en este caso el sismo sobrepasó, en algunas situaciones, la norma chilena.

Otro efecto es la licuefacción, esto es, que los terrenos pierden resistencia cuando están saturados con agua y, fundamentalmente, cuando son sometidos a los esfuerzos de un terremoto. Eso hace que las estructuras no sean capaces de soportar un esfuerzo como éste, porque las convierte, prácticamente, en inestables. Ese proceso, en algunos casos, incluso, hace brotar agua con arena.

El impacto en el suelo es importante y ello no ha sido una situación habitual en los sismos anteriores. Hay ejemplos claros en pilares de muelles, en sepas de puentes, edificaciones y otros donde se nota eso.

En Japón en 1964 hubo un efecto de licuefacción. Eso demuestra que en edificios muy cercanos los efectos son distintos.

También hay ejemplos de corrimientos laterales. En una calle en Constitución, al borde del río, donde se produjo un corrimiento. En el caso de esta ciudad, la estructura se abrió en una parte. Son estructuras livianas, pero su comportamiento, en el caso de los corrimientos laterales, demuestra que las estructuras resisten, pero no bien, en algunos casos, porque la magnitud, aquí, fue bastante poco conocida.

Ahora bien, ¿cuál es el comportamiento? Las estructuras se comportaron de manera aceptable, tuvieron un buen comportamiento.

Se hizo una encuesta sobre los últimos 25 años, del terremoto de 1985 a la fecha, la cual arrojó que de un total de 10 mil edificios construidos en altura, sólo el 3 por mil tuvo daños estructurales severos. Daño estructural severo tienen aquéllos con orden de demolición. Hay otros, en su gran mayoría, que pueden ser reparados, cosa que es parte de una cultura inhabitual. Las experiencias anteriores así lo demuestran. Sin embargo, este sismo también demostró el buen comportamiento de edificios que habían sido reparados.

En el caso de infraestructura vial también el comportamiento fue bastante bueno. Hay algunas excepciones en construcciones bien particulares, como las pasarelas, en accesos a los pasos sobre nivel y, probablemente, el confinamiento de esos rellenos. Lo destacable es el costo de reparación y la pérdida de conectividad por falla de algunos puentes, aspecto que amerita tener en consideración para futuras construcciones.

La conducta del efecto piso blando no fue la esperada. Lo mismo respecto de hechos tan llamativos, como los cielos modulares, cuyo paradigma más claro es el aeropuerto Arturo Merino Benítez, en los que hay que incorporar algunas recomendaciones en la misma norma respecto de elementos que son muy livianos, pero muy peligrosos al momento del sismo. Ahí se debe hacer una revisión, a pesar de que se podría pensar que esos cielos son bastante livianos. Lo más probable es que si cae una plancha sobre la cabeza de alguien, ésta se destroce. Sin embargo, hay elementos metálicos que pueden ocasionar daños.

Hay otros ejemplos típicos de elementos bastante más rígidos en el interior, como las tabiquerías de yeso, que deben tener una dilatación adicional, porque si no la tienen afectan a la estructura en su totalidad. Lo que producen es una imagen de bastante deterioro, y una persona que ve eso podría creer que está en el peor de los mundos, pero lo que ha pasado es que elementos que no son estructurales están deteriorados.

Otros casos, como las fallas en puentes. Ahí se puede decir que corresponden a un cambio en el diseño, particularmente en los diafragmas. Los diafragmas son elementos que van debajo del puente, por decirlo de alguna manera. En la imagen se puede diferenciar la práctica actual de la anterior.

Eso significa que es posible que esas estructuras no se comportaran como se esperaba. Ello se debe a la influencia de la normativa española, porque las construcciones fueron hechas prácticamente por empresas concesionarias de ese país.

2. Los suelos y el piso blando.

El Ministro de Obras Públicas, don Hernán de Solminihac, expresó que hubo estructuras construidas en un mismo terreno que tuvieron comportamientos distintos durante el terremoto, aunque ellas hayan sido diseñadas y construidas por la misma empresa. Ello demuestra que en esos casos fue el suelo el que se comportó de manera diversa, factor que, obviamente, es importante considerar en el futuro.

Las exigencias de estudios de suelos para las obras viales concesionadas se encuentran definidas en el manual de carreteras del Ministerio de Obras Públicas, como también de manera particular en las Bases de Licitación de cada uno de los contratos, en donde se definen los requisitos que se deben cumplir en el desarrollo de cada una de las obras, dada su tipología y características particulares.

A las empresas constructoras no se les exige estudios de suelo. Estos se realizan durante el desarrollo del estudio de ingeniería y corresponden a distintos tipos de prospecciones y ensayos de suelos destinados a determinar la capacidad portante o resistente de éstos.

Las exigencias para el estudio de suelos, correspondiente a contratos supervisados por Inspectores Fiscales del MOP. y la respuesta de la Dirección de Arquitectura, es que en todas las licitaciones de consultorías y diseños de edificación pública se hace especial mención a la necesaria existencia de estudios de mecánica de suelos, acordes con la normativa vigente y debidamente validados por el calculista, el que finalmente entrega su proyecto estructural. Otro tanto se efectúa en los casos en los cuales se delega en los contratistas la realización de los proyectos para su construcción, en los que el oferente debe dejar expresa constancia de su cumplimiento respecto de la mecánica de suelos.

Finalmente, y en cualquier caso, se ha instruido a los inspectores fiscales de diseño y obras, especial atención a la calidad de los estudios de mecánica de suelo, los que podrán ser revisados por especialistas, independiente de la responsabilidad que por sobre ellos mantiene el calculista de la obra.

Las prospecciones más comunes son calicatas de distinta profundidad y distribución a lo largo del camino, sondajes -que se usan básicamente en el caso de estructuras-, perfiles geosísmicos, ensayos de placa de carga, de resistencia a la penetración.

De las muestras de material obtenidas de las calicatas se determinan indicadores de la calidad del suelo como el CBR -California Bearing Ratio- y el Desgaste de Los Ángeles, por ejemplo.

Esos indicadores permiten diseñar estructuralmente los pavimentos de los caminos, así como determinar el tipo y profundidad de las fundaciones de las estructuras, de tal forma que dichos suelos soporten las sollicitaciones a las que estarán sometidos por el camino, puente o cualquier otro tipo de estructura.

El Director del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM), don Fernando Yañez, explicó que el fenómeno del “piso blando” es muy peligroso y que todos los colapsos habidos y los edificios que están por demoler, actualmente, corresponden a fallas de “piso blando”.

Ello se produce por la singularidad que significa que muros que vienen de arriba no continúen hacia abajo produciéndose una interrupción debido a la colocación de los estacionamientos y una serie de otras cosas.

Entonces, esa es una arquitectura sísmicamente vulnerable, que ha aparecido por primera vez y no se había visto nunca. Que corresponde a un entronque con singularidades.

No se puede llegar a edificios de 28 pisos con muros de 20 centímetros abajo, pero se da en la práctica.

En los edificios se cumple con las normas a nivel general.

El problema proviene de las singularidades de una arquitectura vulnerable que no está en la normativa chilena, y no hay penalidades por eso como en otros países, que es lo que se va a tener que atacar.

Si no tiene en forma suficiente esa armadura horizontal, el hormigón se desintegra. Esto se repite en las fallas chilenas y ya lo habían visto los norteamericanos en 1971.

Un edificio que está en Irarrázaval con Suecia tiene una falla de “piso blando”, en donde los muros del subterráneo están colapsados. Sin embargo, la parte de arriba está impecable.

El caso del edificio de Maipú, que tiene problemas de diseño al igual como ocurre en Concepción, que tiene una determinada planta, la que se va recogiendo hacia arriba. El recogimiento es excéntrico y no simétrico, por lo tanto, provoca lo que se llama técnicamente torque en planta, que provocó que haya colapsado del piso 10 hacia arriba, estando del piso 10 hacia abajo relativamente sano.

Existe un error que tiene la norma chilena que se refiere al confinamiento. Si se aplica fuerza sobre un tarro con arena, ésta resiste hasta que se revienta el tarro. Si no fuese por el tarro, la arena se desparramaría. Ese es el efecto que tiene la armadura horizontal en el caso de las columnas y de los muros. Una armadura con fierros circulares, llamados estribos, previenen la desintegración del hormigón.

La norma 433, que en su anexo B dice: “El diseño de muros no necesita satisfacer las disposiciones de los subpárrafos 21.6.6.4 del Código ACI.”. Un error gigantesco de la norma de 1993 y 1996, cuyo párrafo señalado estuvo vigente hasta el 2008, es que permitió a los ingenieros no colocar cierta cantidad de estribos y armadura transversal en los puntos, porque en esa época, 1993-1996, no había ninguna evidencia empírica que aconsejara a los ingenieros chilenos hacerlo. Esa fue una discusión larga en el seno de la norma y, en definitiva, se acordó retirar dicho párrafo. Esto fue resuelto en 2008, cuando vuelve a imponerse esta situación. De modo que los edificios diseñados entre el 2008 y el 2010 deberían tener los bordes de los muros muy confinados. Entonces, en ese período hay un vacío de la norma.

El principio número uno que debe cumplir un ingeniero estructural es llevar las cargas a las fundaciones lo antes posible. La estructura a veces tiene que dar una tremenda vuelta, lo que también es posible de hacer con dos o tres pisos. Las fuerzas se comportan igual que un fluido hidráulico o flujo de tráfico, exactamente igual.

Hay un tráfico vehicular que representa la columna que tenía expeditas las fuerzas que van y siguen. Cuando alguien impide el paso, viene el flujo y se produce el caos. La fuerza es exactamente igual: se produce un caos en esa singularidad, que se denomina concentración de tensión. Por eso hay que evitar las singularidades a como dé lugar.

Es muy posible que se esté cumpliendo la norma actual y que haya una deficiencia en la normativa, que habrá que revisar.

El problema central es cómo está estructurada la forma de operar. Normalmente el arquitecto hace sus dibujos, sus diseños y los manda al ingeniero estructural. En la actualidad, en Chile son contados con los dedos de la mano los ingenieros estructurales que están en condiciones de decirle al arquitecto lo que no se puede hacer. Porque si el arquitecto tiene todos los plazos vencidos y a última hora el ingeniero estructural le dice que no se puede hacer, porque es peligroso, con todos los plazos vencidos, el arquitecto tendría que empezar a

diseñar de cero. En consecuencia, cambiaría al ingeniero. Por eso no hay nadie que se atreva. Entonces, es un problema de cómo se realiza. La forma de corregirlo es penalizando de alguna manera.

El edificio Torres de Tajamar se ha comportado muy bien. Sin embargo, si un edificio tiene cien pisos deberá tener mayor densidad en el primer piso. Entonces, si se hace la corrección por piso y se divide la densidad por el número de pisos se obtiene la curva, siendo el 1 el parámetro del edificio patrón. La mayoría de los edificios, incluidos los que tienen colapsos, poseen, en términos relativos, una mayor estructura que el del patrón. Entonces, si algunos edificios, en términos relativos, tenían más estructura que las Torres de Tajamar ¿cómo se explica que hayan colapsado, estén para demolerse y otros se encuentren impecables?

Hay dos posibilidades, la primera de las cuales es que las fuerzas fueron tremendamente grandes e inesperadas, argumento que se repite, pero que don Fernando Yáñez no comparte, puesto que, aunque no hay duda que el terremoto fue fuerte, los edificios que están por demolerse -hay uno o dos colapsados- son entre quince y veinte, de un parque de más de trescientos edificios en altura en la zona afectada. Por lo tanto, las estadísticas no avalan ese argumento, porque, si así fuese, todo Concepción estaría abajo. En la parte nueva de dicha ciudad hay entre cinco y diez edificios con problemas y otros no tienen nada. En ese caso, Santiago estaría en el suelo.

La segunda alternativa tiene que ver con la singularidad de la arquitectura mal resuelta por problemas en los estacionamientos.

La forma en que las normas penalizan esto es que de alguna manera definen el tipo de singularidades. Si las hay, tiene que colocar coeficientes de cálculos mayores, de modo que eso encarece la construcción y eso es un desincentivo al uso de singularidades. Lo mismo se hace con el tipo de suelo. Si el tipo de suelo es uno, dos o tres, incide en la magnitud de las fuerzas con las cuales hay que diseñar el edificio. De modo que hay formas de colocar ciertos parámetros, de modo de encarecer la construcción en esos casos. Eso, automáticamente, la desincentiva.

3. El adobe.

La Ministra de Vivienda y Urbanismo, doña Magdalena Matte, consideró que el adobe, por estar involucrado en la cuestión patrimonial, es muy delicado y el terremoto lo afectó enormemente lo que significó una gran pérdida.

Sin embargo, no hay ningún ingeniero estructural que esté dispuesto a aprobar una construcción en dicho material. Los arreglos son muy caros, porque el adobe, finalmente, es un elemento de adorno, así es que utilizarlo estructuralmente puede resultar muy caro.

Don Eduardo Contreras, asesor de la Ministra de Vivienda y Urbanismo, expresó que el adobe tiene varias categorizaciones. La construcción básica en este material es la conocida, con muros de aproximadamente 60 centímetros de espesor, en la que se apila uno encima del otro.

Hay otras técnicas de construcción con barro que no necesariamente corresponden a adobe y que están permitidas para la reconstrucción. Están aceptadas por la normativa, ya que se trata de edificaciones

en las cuales la estructura soportante es de materiales tradicionales, como la madera, incluidas las construcciones con fardos de paja.

La construcción se comportó muy bien y sólo falló el 1 por ciento de la misma. No se trata de hacer construcciones más caras que la gente no pueda pagar, porque si falla dicho porcentaje, quiere decir que la construcción funcionó.

Las personas deben autorregularse. La única manera de mejorar eso es establecer más responsabilidades y sanciones en caso de fallas en la construcción. Si ese 1 por ciento hubiera tenido y asumido una mayor responsabilidad, probablemente hubiese habido cero por ciento de fallas o muy cercano a eso. No es necesario encarecer la construcción, es preferible vigilar exhaustivamente que todo se haga muy bien y haya autorregulación, para lo cual es necesario establecer mayores responsabilidades y sanciones.

El Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Tomás Guendelman, expresó que el adobe tiene una historia natural que no se puede negar y que hay que reconocer que es de uso masivo. Sin embargo, es un material estructural que no está normado, que no se rige por las condiciones que dieron lugar a su aparición en el mundo y que proviene esencialmente de países con zonas tropicales, por ejemplo Perú y Brasil, en donde se produce fibra o caña.

Cuando se mezcla el barro con fibra es como cuando se hace un tejido. El tejido en sí mismo tiene una resistencia producto de la fibra que tiene cierta longitud.

Entonces, el adobe en esas zonas funciona excelentemente bien como elemento estructural. Pero aquí se mezcla barro con paja, de modo que toda la resistencia y estabilidad está dada más bien por razones gravitacionales, es decir, que existan ciertas relaciones entre el ancho del muro y la altura, para que frente a un movimiento lateral siempre exista un peso capaz de estabilizarlo y no de volcarlo.

Sólo puede usarse sísmicamente en la medida que esos anchos o espesores, como es más propio denominarlos, tengan una dimensión apropiada.

El Director del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM), don Fernando Yáñez, sostuvo que el Colegio de Arquitectos está preocupado por el problema del adobe.

Al respecto, hay dos cosas distintas: una cosa es una vivienda, una estructura o un edificio de valor patrimonial, que puede ser de adobe, y otra, la vivienda social de adobe o masiva. Respecto de la vivienda, la estructura o del edificio de valor patrimonial, se pueden construir o reconstruir en adobe, pero es mucha la inversión, la ingeniería y la arquitectura que colocar en ese caso; si se piensa en el adobe como vivienda social, eso es una trampa mortal, porque debe involucrar el conocimiento. No hay nada más difícil que la innovación en la construcción, puesto que debe abarcar a centenares de albañiles. Lo complicado es controlar la construcción con ese tipo de material y encontrar personas que sepan hacer adobe. Entonces, hay que tener mucho cuidado con el problema a escala. Una cosa es un edificio de valor patrimonial, el cual se puede hacer perfectamente bien e, incluso, dejarlo bastante seguro, pero con mucha ingeniería e inversión, pero pasar de ahí a la construcción en adobe, nunca ha funcionado en el país, desde el tiempo de la Colonia. De modo que es preciso tener cuidado con esa argumentación, por el problema a escala.

El Alcalde de la I. Municipalidad de Talca, don Juan Castro, sugirió prohibir su uso.

El Director de Obras Municipales de la Municipalidad de Cobquecura, don Luis Vargas, expresó que dado que la ciudad constituye un sector rural típico de la zona central, el 90 por ciento de las construcciones son de arquitectura en tierra, de adobe, en sus diversas características para sistemas constructivos. Además, el centro del pueblo es una zona típica, por lo que hay daños considerables en monumentos nacionales.

Ha habido diversos problemas para afrontar la reconstrucción, debido, básicamente, a que no existe una norma para el adobe, para la arquitectura en tierra.

Para esos efectos, hay un subsidio de reparación y otro de reconstrucción completa. Éste no presenta problemas fuera de la zona típica, porque se reconstruye con el clásico subsidio habitacional rural, de acuerdo al "itemizado" del SERVIU. Pero los que están dentro de la zona típica no se pueden desarmar ni construir con otro sistema que no sea arquitectura en tierra, porque perderían el valor patrimonial que los hizo, precisamente, ser declarados monumentos nacionales. Y el SERVIU no tiene arquitectura en tierra dentro de su "itemizado" técnico. Por lo tanto, en este momento ese monumento está abandonado. En él no se puede hacer ninguna intervención y no hay ingenieros calculistas que se atrevan a hacer el diseño ni a responsabilizarse para reconstruir o reparar.

4. Diseño y calidad de la construcción.

El asesor de la Ministra de Vivienda y Urbanismo, don Eduardo Contreras, afirmó que hasta el momento no se han efectuado reparaciones en viviendas SERVIU producto del terremoto. Los procesos que se están viendo, los casos graves, han sido revisados con asesoría principalmente de dos laboratorios que son el IDIEM y el DICTUC. Las viviendas SERVIU que han tenido fallas, algunas bastante graves, se han revisado en base a esos informes que son periciales en primera instancia. Más que nada, es la opinión visual que ha tenido un ingeniero estructural frente a la falla y, en base a eso, se están encargando nuevos estudios para ver su causa.

Generalmente la estructura de estos edificios es bastante mínima y cumplía con la normativa de la época. Por tanto, es necesario que se revise si este tipo de edificaciones cumple con la normativa que hoy se debería tener.

En el caso de los edificios que han tenido problemas estructurales relativamente graves, se está optando por el reemplazo de estructuras, o sea, la demolición. Y en algunos casos en que no hubo daños estructurales, sino en muros que son tabiques, se ha propuesto reparación.

En primera instancia se pidió una revisión de todos los edificios que presentaron algún tipo de daño y respecto de los cuales personal técnico del SERVIU consideró que debían ser revisados en una segunda instancia.

En ese sentido, se hizo un levantamiento cercano a los 150 ó 170 conjuntos de edificaciones. Esos informes arrojaron que algunos edificios tenían fallas graves. Por eso, se está licitando, con el objeto de revisar estructuralmente dichos edificios, que es un proceso que, por llamarlo de alguna manera, se denomina "autopsia", para determinar si tienen la calidad y la especificación técnica necesaria para soportar este tipo de acontecimientos. Esta es una segunda instancia y esos estudios deberían ser adjudicados a la brevedad.

El Alcalde de la I. Municipalidad de Talca, don Juan Castro, consideró que en cuanto a las fallas del diseño estructural, hubo casos en que el colapso deriva de un mal diseño, tanto estructural como arquitectónico. La arquitectura debe conversar muy bien con la ingeniería, pero eso no ocurrió en el caso de dos edificios de la ciudad que resultaron muy dañados: el edificio Aranjuez, cuya arquitectura es demasiada alta y poco amigable, y el edificio de la Corte de Apelaciones, el cual, si bien era muy moderno, fue construido con estructuras voladizas que no tenían una buena ingeniería, las que produjeron tremendos daños con el terremoto. Se debería legislar al respecto.

En relación con las fallas de cálculo, se debe tener presente que los cálculos estructurales son muy importantes y necesarios, pero generalmente se construye sobre la base del cálculo estructural mínimo permitido por la norma, aspecto que sería bueno revisar.

El Ingeniero Estructural de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Gilberto Leiva, consideró que muchos proyectos de vivienda social en distintas etapas muestran cosas alarmantes como que una gran proporción de las construcciones de este tipo no satisfacen las normativas del país de diseño estructural, de diseño sísmico y de diseño de los materiales propiamente tales, como la albañilería, que se usa en la mayoría de los casos.

Esto se debe a la forma en que se ha manejado durante muchos años el sistema, en que la idea es construir lo más posible con un límite de dinero. A mayor cantidad de metros cuadrados, tanto mejor, lo cual lleva a ese resultado. En consecuencia, situaciones como el colapso de un edificio de cuatro pisos o fallas en las escalas son esperables, dada la mala calidad.

Por otra parte, un tema muy importante es el mantenimiento. En general, cuando hay fallas en las estructuras siempre hay varios casos y no hay una causa única. Uno de los que se repite mucho es el tema del mantenimiento. Las estructuras que no han sido bien mantenidas están destinadas a fallar. Eso se da claramente en la vivienda social, en la cual hay cero mantenimiento. Los pobladores no tienen la capacidad ni el Estado se preocupa de mantener en buen estado esas viviendas.

El Profesor de mecánica de suelos de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Miguel Petersen, expresó que en Chile, en términos generales, se construyen edificios y casas no sociales en cualquier tipo de terreno, estructuras que en general están bien diseñadas, lo que se puede comprobar a partir de las construcciones levantadas en lugares difíciles, las cuales la mayoría de la gente piensa que se van a caer con un terremoto, como edificios altos muy lujosos levantados sobre terrenos ubicados en laderas arenosas. Contrario a lo que muchos piensan, esos edificios están muy bien hechos, puesto que en algunos casos tienen construidos 6 ó 7 pisos hundidos, los que nadie ve a nivel de la calle. Esas construcciones, que se asemejan a una muela muy bien cimentada, son edificios respecto de los cuales mucha gente auguraba un desastre, pero que no les pasó nada, porque se llevan a cabo, con mucha ética profesional, estudios de suelos profundos y caros.

En la parte social no es que no existan esos estudios, sino que los terrenos que se utilizan en ese tipo de construcciones son lo peor que hay. Algunos son lo que botó la ola, como basurales olvidados que se descubren al momento en que se va a comenzar a ejecutar un proyecto, o terrenos que forman parte de un valle que se inunda desde los tiempos de la Colonia, pero que era el único que se podía comprar para levantar 300 ó 500 viviendas sociales. Construir en ese tipo de terrenos es lo más caro que puede haber, pero como hay que construir barato, la exploración que se hace es la más mala que se puede hacer.

En general, hasta hace poco tiempo –un par de años– los ensayos y las exploraciones de suelo para viviendas sociales eran pobrísimas.

Otro problema que tienen las viviendas sociales es que cuando una vivienda particular, un edificio de gran lujo se hace en Recreo, por decir algo o por nombrar un sitio cercano, con cerro, en la Santa María, Placeres, y hay que hacer un buen corte de terreno, el corte se hace y se protege. Sin embargo, no sucede lo mismo en el caso de las viviendas sociales, como ocurre con los 9, 10 ó 18 edificios de 8 pisos, en plataformas, levantados en un cerro camino a Santiago, saliendo de Valparaíso, como se puede ver todos los días cuando viajan a la capital, puesto que es cuestión de que miren a la izquierda. En general, ese tipo de construcciones no sufrirá daño producto de un sismo, porque la exploración SIG se ha hecho bien. Sin embargo, como son viviendas sociales hay cortes de cerro que no van a estar protegidos jamás ni habrá muros y urbanización a la altura de lo que la gente necesita. Por lo tanto, las viviendas sociales, aun entregadas para ser habitadas, no van a ser construcciones que satisfagan a la gente, de manera que las personas van a reclamar y el Gobierno tendrá que poner más plata para terminarlas como Dios manda. Es decir, son muy caras.

En general, las viviendas sociales exigen un estudio de suelo con exactamente el mismo nivel que las viviendas de gran lujo, y quizá más. Las fallas que ha habido en viviendas sociales, que no son tantas tampoco, se han producido probablemente por falta de acuciosidad en el estudio de suelo, pero quizá también por otra razón.

Don Tomás Guendelman, Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, expresó que un fenómeno que surge con este nuevo terremoto en Chile es la problemática de los fierros.

La curva que adquieren los fierros corresponde al fenómeno de pandeo. El pandeo ocurre cuando una barra en compresión de pronto se flecta.

El problema es nuevo ya que en el sismo de 1985 no se había producido. El fenómeno es detectado ahora y por primera vez en forma

masiva. Pudo haber ocurrido en forma esporádica anteriormente, pero surge producto de la naturaleza diferente del sismo.

Al filtrarse las ondas de alta frecuencia, hay un fuerte predominio de las formas principales de vibración de las estructuras, que son las que provocan menores esfuerzos debido a que la aceleración que se introduce en una estructura tiene mucha relación con el período.

Si un avión está volando sobre Santiago y hay un sismo, ese avión no lo va a sentir porque está desconectado. Pero si se pone en la losa, lo siente igual que cualquier construcción.

Es decir, el vínculo entre la estructura y el suelo es el que magnifica o lleva las aceleraciones del suelo a la estructura y, la aceleración, en una zona donde hay masa, produce fuerza; la ley de Newton es una de las que no se pueden derogar.

En consecuencia, al filtrarse las ondas de baja frecuencia, las fuerzas sísmicas, pudiendo ser las mismas, se ubican como resultante más arriba, y producen un momento volcante, es decir, una tendencia al vuelco de un muro mayor que el de la normativa.

Por ejemplo, un muro con un momento volcante mayor que el de diseño. Al venir en una dirección, comprime el hormigón por sobre sus capacidades y se rompe. Cuando vuelve en la dirección contraria, el fierro se estira. Cuando vuelve a la posición anterior, el hormigón no está, por lo tanto, la barra de acero se pandea. Cuando vuelve en la otra dirección, la misma barra se corta y, cuando vuelve nuevamente, busca el hormigón siguiente, encontrándolo en forma horizontal lo que se manifiesta en una grieta horizontal.

Si este muro hubiese tenido una cabeza extrema confinada o hubiese quedado sometido a un momento flector más bajo y compatible con el de diseño, ese fenómeno inicial, que es el detonante de toda la falla, no se habría manifestado. De modo que la fractura horizontal tiene una explicación técnica aceptada y consensuada.

Don Rodolfo Saragoni, profesor de la Universidad de Chile, comentó sobre la “marca del Zorro”, que es la marca que tienen todos los edificios a los que les pasó esto.

En rigor el proceso de reparación es plenamente factible. De hecho se están haciendo algunas reparaciones y bastante buenas. No es nada del otro mundo.

Si se toma ese mismo pedazo de muro, se sostiene lateralmente, incluso se levanta un poco para recuperar la línea, y luego se reemplaza el muro completo, con armadura nueva, tomando la precaución de agregar más fierro, en los dos pisos, tanto el de arriba como el de abajo, y a un costo relativamente razonable, finalmente se ha repuesto el edificio en toda su resistencia anterior. Si a eso se agrega algunos refuerzos, el edificio queda mucho mejor.

Paralelamente a eso, hay algunos edificios a los que les están poniendo maquillaje, lo cual es gravísimo porque significa ocultar la información. Es como ocultar los síntomas de una enfermedad; posteriormente no se podrá diagnosticar.

Efectivamente, si no se repara bien, la resistencia del edificio queda notoriamente disminuida. En consecuencia, el próximo terremoto lo

encuentra en peores condiciones. Esto sucedió en 1971 con el edificio Acapulco en Viña del Mar. Cuando se reparó en 1985, se descubrió que le habían puesto capas de madera terciada, masisa y volcánita por encima, dejando todas las grietas debajo. Por tanto, el terremoto de 1985 pescó las grietas que ya existían y le agregó nuevas, llegando el edificio a estar muy cerca del colapso. Posteriormente se arregló y quedó bastante bien.

Esta situación hay que tratarla igual que a un paciente crítico. Si se lleva a una persona con un infarto a un centro hospitalario, lo primero que deben hacer es estabilizarlo, luego realizar los estudios que determinan el diagnóstico y los procedimientos a seguir y, finalmente, se debe actuar efectivamente, en conformidad a lo anterior. No puede llegar el paciente directamente al quirófano, salvo que sea una situación extrema y que no haya otra posibilidad.

El símil con el problema sísmico y las construcciones es absolutamente equivalente. Lo primero que se debe hacer es no precipitarse y estabilizar. ¿Cómo se estabiliza? Con sistemas de alzaprima o cualquier tipo de construcción temporal o permanente, si fuera el caso, que recupere lo que el edificio perdió durante el evento. Una vez hecho esto, hay tiempo y tranquilidad para hacer los análisis correspondientes y determinar el camino a seguir. Finalmente viene la acción, que puede ser la demolición, porque puede haber razones de carácter económico o inseguridad de que la vivienda recupere las capacidades o razones de otra índole. Pero si se sigue ese protocolo en forma rigurosa, se va a optimizar el recurso nacional, en cuanto a dejar en condiciones estructuras, y demoler las que realmente es necesario.

El Presidente del Comité de Leyes y Ordenanzas del Colegio de Arquitectos, don William Tapia, expresó que los únicos organismos públicos encargados de regular la calidad de la construcción son los establecidos en la ley general de Urbanismo y Construcciones y la ley Orgánica Constitucional de Municipalidades: las municipalidades, a través de las direcciones de obras municipales, el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, por medio de los SEREMI, y el Ministerio de Obras Públicas, en materia de edificaciones fiscales y construcciones de vialidad. Esos son los únicos organismos responsables de velar por la calidad de la construcción. Ni los arquitectos, ni particular alguno tienen atribuciones legales en tal sentido.

Cabe recordar que alrededor de 1950, para ejecutar cualquier tipo de construcción, pública o privada, era necesario obtener el permiso municipal respectivo en las direcciones de obras y someterse a las inspecciones municipales, para lo cual contaba con arquitectos.

El inspector municipal consignaba en una libreta que la línea de edificación del edificio, de la casa o de la mejora estaba conforme con el plano regulador. Posteriormente, firmaba esa libreta. Luego, cuando se hacían las excavaciones llegaba el inspector a verificar si la profundidad era la que señalaban los planos y nuevamente firmaba la libreta.

Así, sucesivamente, hasta las enfierraduras, losas y concreto. En este último verificaba que fuera el adecuado, de acuerdo con el proyecto.

El problema de ese procedimiento se manifestaba en las grandes obras, porque si el inspector no podía concurrir o no había inspectores en la municipalidad éstas se alargaban en el proceso constructivo.

Además, como anécdota se puede señalar que se comentaba que los inspectores eran sobornables, puesto que había obras a las que

ni siquiera iban, pero el libro estaba firmado. Si bien se terminó con esa práctica, también había formas de evasión, puesto que, en algunos casos, luego de la respectiva revisión, se sacaba el fierro de la losa o los disminuían, con el objeto de que el costo no subiera.

La libreta, firmada por el inspector municipal y por los responsables de la construcción, los arquitectos –las empresas constructoras recién estaban apareciendo y no existían los constructores civiles-, se entregaba en la recepción final y quedaba archivada en la dirección de obras.

De hecho, si se quiere modificar una casa construida el año 30 y se busca el expediente municipal en Santiago, se encuentra también la libreta de obras firmada por el arquitecto.

Esto no quiere decir que las construcciones anteriores fueran mejores, pero antes se controlaba mejor, motivo por el que muchas subsisten hasta ahora.

Tradicionalmente, la inspección técnica la efectuaban las direcciones de obras de las distintas municipalidades. La Corporación de la Vivienda tenía su propio departamento de inspección para las obras que encargaba, y el Ministerio de Obras Públicas efectuaba la inspección técnica de todos los edificios públicos y de las obras de vialidad.

Las constructoras se inscribían y se les otorgaban grados, de manera que cualquier persona no podía efectuar una construcción si no tenía un grado de categoría.

Respecto del proceso de aprobación de los permisos municipales, el 50 ó 60 por ciento de las personas que deseaban obtener un permiso debía concurrir a las respectivas municipalidades.

Calidad significa que el maestro que está haciendo la mezcla para pegar los azulejos tiene que ocupar los materiales adecuados. Por ejemplo, como consecuencia del terremoto, a las grandes empresas se les cayeron todos los azulejos de los edificios de más de diez pisos. El 70 por ciento de los edificios de altura tuvo daños no estructurales, pero que significan costos para los arrendatarios. Debido a eso, la gente no va a comprar en el piso 15, 16 ó 20.

Un edificio de 13 pisos, una excelente construcción de 1998, en la que el ingeniero dio un informe con nota 7 falló en 180 juntas de las oficinas. Alguien podría pensar que ese problema lo puede arreglar un maestro, pero no es un trabajo tan fácil, puesto que se debe hacer una junta de dilatación. Rehacer eso constructivamente cuesta 60 ó 70 mil pesos por oficina.

Cuando se construyeron las Torres de Tajamar se produjo una revolución peor que la de los supermercados, porque tenían 13 ó 14 pisos, y los arquitectos hicieron un proyecto adecuado a eso. ¿Cuál era? Que todas las juntas de los tabiques por la parte resistente tenían una dilatación, como en Estados Unidos, donde va un perfil metálico que se atornilla. Luego, viene el temblor y se produce la dilatación en ese punto. Sin embargo, aquí pasaron de las Torres de Tajamar, que deben ser del año 1965, más o menos, a la construcción que le meten estuco y yeso. Entonces, la solución para un edificio de altura dice relación hasta con ese detalle constructivo, pero eso requiere la existencia de una inspección inteligente.

Cuando se caen los azulejos de los baños, se quiebran los artefactos y se rompen los cielos falsos se debe a que se carece de una norma

en ese sentido o porque se ha ido entregado facultades a gente que no tiene la debida experiencia.

Lo que ocurrió en el aeropuerto de Santiago constituye una vergüenza nacional, porque su construcción no es sísmica. Los responsables de la mala calidad de esa obra son, entre otros, los constructores y los proyectistas.

Ni hablar del parque de Huechuraba ni de otros parques industriales, porque hay muchos intereses creados. En todo caso, es una vergüenza la gran cantidad de personas que sufrieron en los edificios de altura. Por suerte, los ingenieros sísmicos van a elevar los parámetros para ese tipo de construcciones. Ese proyecto está listo y estudiado, y el ministerio lo va a dictar, pero aún falta normar lo que dice relación con los detalles de los edificios.

La única solución para lo anterior es la creación de un organismo técnico independiente que revise la calidad de la construcción.

Hay miles de ejemplos como el del aeropuerto, cosas lamentables que no pueden suceder en un país, por ejemplo, edificios que se hacen por suma alzada, esos que se daban llave en mano. Eso debe prohibirse por ley de la República. Uno pide una persona, le dice que acá está el terreno y las condiciones, se hace un proyecto de llave en mano y gana el que tiene el menor valor. ¡Cómo puede ser que haya edificios donde quedaron limpios los fierros que se cortaron en la parte del primer piso y el subterráneo! Quedaron más limpios que los fierros que se instalan en la construcción, que a veces están un poco oxidados, y que es bueno que lo estén, para que tomen adherencia al concreto. Quedó el fierro limpio, de 10 milímetros, y abajo el ripio acumulado, sin mezcla, sin cemento. Cuando se analiza cómo hacer un buen hormigón, que hoy los fabrican todas las empresas, de manera que se sabe que no es conveniente usar arena de río muy lavada, porque no tiene adherencia con el cemento.

A continuación, se debe controlar la calidad de la construcción. Sin embargo, las empresas grandes, que ya han sido calificadas, no tienen para qué hacerlo de nuevo. Ellos revisan sus obras y cumplen con lo establecido.

Para el edificio Costanera Center, cada mes se entregaban mil protocolos de inspección, por ejemplo: que el fierro del pilar 14 está conforme, que el concreto de tal lado también, etcétera; todos calificados con ISO internacional.

Por lo tanto, no es que la ley vaya a ser general, sino tiene que ser con categoría y la inspección calificada de acuerdo al rango de las construcciones.

Ocurre que al declarar zona de riesgo a tal ciudad, el pueblo no acepte que se le declare así, porque en el Conservador de Bienes Raíces tienen inscrita la propiedad de aquellos terrenos. En consecuencia, si les dicen que no se aprueba construir en ellos, ¿qué hacen con los terrenos?

Entonces, si se va a dictar una ley, hay que dictarla completa, de tal forma que a un propietario de un terreno se le pueda preguntar cuánto vale éste, pagarle y decirle que se traslade a otro lugar.

Es en esa zona en donde el Gobierno y todos los gobiernos tendrán el problema de que al dictar un plano regulador con esas limitaciones, tendrán al pueblo en las calles.

No se trata de decir simplemente: "Dictemos zona de precaución en quebradas o respecto de *tsunamis*." Sin embargo, al dictar las leyes,

la persona que vive en la quebrada no aceptará irse y, por otro lado, la municipalidad no tendrá recursos para expropiar, etcétera.

Por lo tanto, en el Colegio de Arquitectos se está proponiendo establecer una ley general que sea real y que contemple todos estos aspectos y, en cuanto a la calidad, suplir con un reglamento los procedimientos.

El ministerio no tiene idea. Los ministerios eran organismos técnicos en su época que manejaban los departamentos de inspección, hacían los planos, hacían todo.

Hoy se propone la construcción de un hospital en una región, se llama a propuesta, se piden parámetros y termina siendo un éxito. Sin embargo, al igual que ello, hay poblaciones de 50 casas que se hacen con parámetros que no tienen controles de ningún tipo y en donde el director de obras no es ingeniero ni arquitecto, sino puede ser una visitadora social.

Hay proyectos, como el Hospital Militar, en donde se llamó a concurso de arquitectos a firmas internacionales; y ganó una de ellas. Después, ese proyecto fue realizado con todos los detalles técnicos constructivos y con las normas sísmicas actuales, y se llamó a propuesta de construcción. Por lo tanto, el constructor construye lo que le dan los mandantes.

Por ejemplo, para el caso de una vivienda de 18 metros y dos pisos, se pregunta quién la hace más barata. Eso, sin los proyectos, sin estudios. ¿Por qué? Porque el ministerio no tiene arquitectos; por eso tira todo afuera.

Eso que se llama el reino del mercado debemos hacerlo desaparecer. Se deben tomar las cosas buenas, dejando de lado las que no lo son.

La gente del Ministerio debería proyectar sus edificios de acuerdo a sus necesidades.

En ese sentido, llama la atención que se llame a propuestas internacionales para hacer una casa de 18 metros, cuando en Chile tenemos 100 tipos de casas hechas por arquitectos nacionales y que si se las quisiera hacer en serie, se las podría hacer con materiales nacionales.

Además, estas propuestas parten de un vicio, porque no es lo mismo Santiago que Concepción. En situaciones lluviosas se puede utilizar madera. En el sur la madera es buena, pero en el norte, otros materiales pueden ser adecuados.

El Jefe de Desarrollo Urbano de la I. Municipalidad de Ñuñoa, don Alberto Harrington S., expresó que en Ñuñoa, desde 1990 a la fecha, se han construido alrededor de 500 edificios, 320 de los cuales se construyeron con posterioridad a 1996. De ellos sólo fallaron tres con ocasión del último terremoto: el Emerald y otros dos, cuyos daños estructurales son recuperables. Es decir, la ingeniería respondió bien.

La Municipalidad ha revisado más de tres mil inmuebles y la mayoría de los problemas corresponden a daños constructivos, como los tabiques, los hormigones celulares, y a la falta de mantención en algunos edificios, como ocurre con los de la Villa Olímpica, de la Villa Frei, de la Salvador Pulgar y de la Villa Canadá. En esas villas hay seis edificios inhabitables, pero en el caso de la Villa Olímpica, existen los mismos problemas de 1985. Indica que lo vió

en 1985 y las refacciones fueron hechas por el SERVIU, pero los edificios volvieron a fallar en las mismas partes en que fallaron en 1985.

Sostuvo que no hay mantención y se refiere a la Villa Frei, donde se revisó las torres, y las grandes fallas se produjeron en las cajas de ascensor y en los *shaft*. La Junta de Copropietarios no había hecho mantención a los ascensores.

5. Complejidades de la reconstrucción

El doctor en Urbanismo, don Sergio Baeriswyl, señaló que el desafío actual no sólo consiste en la reparación de viviendas, sino en recrear la localidad, puesto que desapareció la huella urbana, como calles, el sistema de servicios de alcantarillado, las luminarias y la totalidad del aparataje que soporta y permite hacer funcionar con cierta normalidad a una localidad urbana. Algunas edificaciones lograron salvarse de su desplome, por lo menos desde el punto de vista estructural, pero están en condiciones absolutamente inhabitables.

El plan de la localidad fue invadido y siniestrado en su totalidad por la inundación que se produjo en la madrugada del 27 de febrero.

En fotos de Dichato y Llico se puede observar que prácticamente se borró totalmente el tejido y la estructura del soporte urbano. En consecuencia, el plan de reconstrucción del borde costero de la Región del Biobío intenta coordinar el proceso de reconstrucción de las dieciocho localidades que fueron doblemente afectadas por un terremoto y posteriormente por un *tsunami*, y que la restauración sea urbanística, de calidad, inclusiva e integral.

Además, pretende lograr que el proceso de reconstrucción haga extensivas las medidas de protección al resto del litoral de la Región del Biobío, que involucra a dieciocho localidades que no fueron siniestradas por la naturaleza ni por la singularidad del epicentro, que asoló fundamentalmente a todas las que estaban orientadas hacia el norte. Todas las localidades costeras urbanas orientadas hacia el oriente y el sur no tuvieron problemas como consecuencia del maremoto, pero eso no significa que estén exentas de ese fenómeno en el futuro, porque ello depende, fundamentalmente, de la localización geográfica del epicentro que se ubicó al norte de la Región del Biobío. Por lo tanto, el plan necesariamente debe hacer extensivas las medidas de protección al resto de las localidades urbanas de la Región del Biobío, como una segunda estrategia del plan de reconstrucción.

Dentro de los objetivos específicos, se pretende que el proceso sea una reconstrucción con equidad y calidad y que permita mejorar ciertos elementos funcionales, desde los puntos de vista urbanístico y cualitativo, que no tenían el estándar suficiente antes del 27 de febrero. Es decir, en el proceso de reconstrucción hay una oportunidad implícita para hacer mejor las cosas respecto de cómo estaban antes. Asimismo, se intenta que sea un plan integrado, es decir, que logre sincronizar las distintas acciones del Estado y de los distintos ministerios que han dispuesto recursos para ese proceso; que intente lograr el máximo estándar de seguridad posible, que incorpore el concepto de calidad de vida y sustentabilidad como una variable en el proceso de reconstrucción; que restablezca las actividades productivas, que son el soporte para lograr sustentabilidad desde el punto de vista económico en esas localidades; que sea participativo, elemento esencialmente importante.

Lamentablemente, a veces la velocidad del proceso complica, pero se está haciendo junto con las comunidades afectadas, que, de alguna manera, determinan las características o la visión que tiene el proceso de

reconstrucción. Además, hay dos elementos no menores, como tratar de fortalecer la identidad de esas localidades y, finalmente, lograr la inclusión y la participación del sector privado, en el entendido que normalmente en una ciudad no más del 15 por ciento de la inversión total es del Estado y el 85 por ciento restante es privado. Por lo tanto, es iluso pensar que el proceso de reconstrucción será ciento por ciento público en la ciudad.

Entre los productos que se esperan del plan de reconstrucción, hay 18 planes maestros en elaboración que ordenan las intervenciones de los distintos organismos del Estado en el proceso de reconstrucción. Se quiere lograr modelos de barrios y tipologías acordes a la identidad y a los preceptos de sustentabilidad; identificar los proyectos urbanos estratégicos; modificar los instrumentos de planificación territorial, de manera que integren las variables sobre todo de seguridad y de vulnerabilidad, y, finalmente, aportar a un proceso para crear una normativa que incorpore a nivel nacional la variable de seguridad frente a los problemas o la vulnerabilidad ante *tsunamis*.

El plan está compuesto por ocho líneas de acción, y el plazo para su implementación es septiembre de este año. La primera línea tiene que ver, fundamentalmente, con la reconstrucción segura. Básicamente, eso atiende a establecer en el proceso de reconstrucción las medidas de diseño pertinentes para mitigar al máximo el nivel de exposición de esas localidades ante un futuro fenómeno de *tsunami*. Muchos dicen a veces que como este es un fenómeno tan poco frecuente es necesario ver la relación de la inversión versus el tiempo. Sin embargo, se debe considerar que en la bahía de Concepción hubo cinco *tsunamis* en el siglo XVIII, es decir, cada veinte años se registró ese fenómeno. Por lo tanto, el hecho de que no haya ocurrido en el pasado de la memoria colectiva no implica que no se esté expuesto permanente y más frecuentemente de lo que se cree. De modo que la variable de seguridad pasa a ser un elemento esencial del proceso de reconstrucción.

Por otra parte, la reconstrucción de la identidad es un elemento fundamental para enriquecer el capital social destruido. Principalmente se aborda esto con la participación de seis universidades que concluyeron recientemente su trabajo, en la cual se repartieron estas localidades en forma ordenada y entregaron los elementos sustanciales y esenciales desde el punto de vista de la identidad, para facilitar este proceso de reconstrucción con calidad.

El proceso de reconstrucción, desde el punto de vista urbano, básicamente, tiene que ver con la construcción de los planes maestros.

La reconstrucción desde el punto de vista de la cooperación internacional es un elemento que afloró con mucha fuerza. Hay interés internacional por participar, cooperar y enriquecer el proceso de reconstrucción, fundamentalmente de los planes maestros, a través de distintas universidades internacionales.

En el caso particular de la Región del Biobío, se trabaja con tres universidades, una de Alemania, una de Gran Bretaña y una norteamericana, las que están formando un comité internacional de apoyo, fundamentalmente, para emitir certificaciones respecto de los productos finales de la elaboración de los planes maestros.

La reconstrucción de la vivienda consiste, fundamentalmente, en poder interceptar la labor del Ministerio de la Vivienda, con la producción y la oferta de tipología de viviendas, debido a que se

espera que las tipologías de las viviendas tengan relación con las llamadas cartas refundacionales, que son aquellas que rescatan y valorizan la identidad de cada una de estas localidades.

La reconstrucción, desde el punto de vista económico, tiene que ver con aquellos elementos que permiten restaurar el empleo y crearlo en muchos sectores, principalmente en la provincia de Arauco. Hay que pensar que en la mayoría de las localidades, más del 70 por ciento de la población está bajo el nivel de la pobreza. Es decir, no solamente hay un problema de recuperación de la sustancia urbana, sino uno mucho más profundo, que tiene que ver con el estándar de vida, con el empleo y el futuro económico de esas localidades.

La reconstrucción solidaria es un eje fundamental, respecto de la que se está haciendo gestión para que cada una de esas dieciocho localidades sea apadrinada por una gran empresa nacional. Se ha tenido bastante éxito con algunas localidades, en las cuales no sólo aportan con su expertise, su visión, sino también con recursos directos para el proceso de reconstrucción.

Finalmente, está la reconstrucción de la infraestructura relacionada con la coordinación de la intervención de las obras del SERVIU y del MOP. que, en su conjunto hacen que el plan de las ocho líneas de acción descritas tengan que ver con interceptar, en el buen sentido de la palabra, las distintas acciones de los organismos del Estado para poder, en un solo eje, lograr un plan integral de desarrollo, expresado en la línea del tiempo que tiene su proceso de implementación a septiembre de este año.

Ciertamente, desde el punto de vista urbano, nadie puede imaginar que se hagan dieciocho planes maestros en menos de seis meses, pero la realidad obliga a que los planes maestros estén concluidos en septiembre, porque es el periodo en el cual se comienza a implementar o materializar la concreción del sistema de subsidio, al cual las personas hoy postulan. Por lo tanto, el proceso de reconstrucción, desde el punto de vista del hecho, empieza en septiembre, de manera que no podemos tener planes maestros que se implementen con posterioridad a esa fecha; tenemos que anticiparnos. Ése es el esfuerzo que se está haciendo para lograr tener en septiembre los dieciocho planes maestros.

Lo alcanzado a la fecha, a la primera semana de junio, es que están definidas las medidas de mitigación de las localidades, las universidades concluyeron con sus trabajos y los *master planner* están prácticamente en el proceso de conclusión, desde el punto de vista de los escenarios. Hay algunas actividades internacionales que se van a desarrollar a fines de junio y las tipologías de vivienda están prácticamente definidas, en un trabajo en conjunto con el Ministerio de Vivienda.

Desde la perspectiva de las actividades económicas, hay un registro y algunas estrategias para definir las dentro de cada uno de esos planes.

En cuanto a la gestión de la obtención de recursos privados, en cuatro localidades existe el compromiso de grandes empresas

privadas con el proceso de reconstrucción. Finalmente, la coordinación con las obras de infraestructura dice relación con la conciliación del plan de emergencia del Ministerio de Obras Públicas y del SERVIU con el plan de reconstrucción.

¿Cómo se aborda lo planteado desde el punto de vista orgánico? Fundamentalmente, la región ha sido organizada en tres zonas. En cada una de ellas hay un urbanista encargado del área con profesionales del MINVU, de los municipios y con personal del territorio, lo que permite formar equipos que están más cerca de la realidad de las personas.

La oficina del plan de reconstrucción es un equipo con nueve profesionales que atienden y coordinan las decisiones de la Intendencia y que se asesora por un directorio de la reconstrucción, compuesto por actores locales públicos, privados y académicos, en coordinación con el Ministerio de Vivienda.

El directorio tiene como idea hacer del proceso de reconstrucción un proceso regional, en el que las decisiones definitivas que se adopten sean coherentes con las decisiones de los municipios, asesorados por la competencia de las universidades, del sector privado y de los estamentos del Estado.

El proceso de reconstrucción se compone de tres fases: contingencia, planificación y coordinación, y reconstrucción. Se podría pensar que es un proceso lineal, pero no es así, puesto que a cien días del evento del 27 de febrero todavía hay situaciones de contingencia y de emergencia permanentes, aun cuando hay un proceso de planificación en curso, que se espera concretar en septiembre, con el inicio de las obras de reconstrucción.

¿Cómo se aborda el aspecto más complejo de los criterios de elaboración de los planes maestros? Fundamentalmente, en cuanto a la seguridad se han definido tres opciones: las protecciones costeras, las zonas de castigo, con parques de mitigación, y las edificaciones *tsunami* resistentes, concepto que es nuevo y que se trata de incorporar.

Respecto de las protecciones costeras, cuando sea económica y técnicamente factible se debe incorporar en algunas localidades elementos que sean capaces de minimizar el daño del impacto de la fuerza de la ola, no de la inundación, las cuales constatamos que son relativamente efectivas a partir de la experiencia internacional sobre la materia y sobre la base de recomendaciones de organismos competentes que han efectuado algunas experiencias muy puntuales en el litoral del Biobío, en obras de la Dirección de Obras Portuarias.

Hay otras soluciones más sencillas, pero más efectivas, como la creación de parques de mitigación, que consisten en zonas de arborización con características muy definidas, los que tienen una capacidad importante de dispersar la energía de inundación causada por un *tsunami*, opción que en muchos casos se está aplicando. Cuando ya no existen opciones hay que recurrir a la experiencia internacional, como el caso de Indonesia, donde consideran el primer piso de las viviendas como un piso

de castigo, que puede ser en cualquier minuto inundable, porque han internalizado esa condición de riesgo.

Por lo tanto, en un esquema básico tradicional, la protección costera define una línea aproximada de 80 metros, línea que puede aumentar o disminuir, dependiendo de la altitud en la que se encuentra la cota de urbanización, que está compuesta de muros, que permiten dispersar energía, y de bosques, que permiten amortiguar en forma muy efectiva el impacto de la ola sobre las aéreas habitacionales. Cuando eso no sea posible, hay que castigar el primer nivel de las viviendas, con el objeto de no comprometer la totalidad del patrimonio residencial. Esa es una sección tipo de solución, que se está intentando aplicar en la medida de lo posible, cuando existen condiciones técnicas y económicas para hacerlo.

Desde el punto de vista de los criterios de integración, se está trabajando con la visión comunal. Se trata de internalizar, dentro de los planes de reconstrucción la visión que estaba expresada en el Plan de Desarrollo Comunal, Pladeco, la visión regional, desde el punto de vista del Plan de Desarrollo Estratégico vigente a la fecha, aún cuando requiere una revisión luego de lo ocurrido el 27 de febrero, la participación ciudadana, como elemento estructural en la fase actual y los criterios de organización, que tienen que ver con usos de suelo, la sustentabilidad -como elemento importante- y un nuevo elemento que se está incorporando como estándar para la reconstrucción, el que dice relación con los indicadores de calidad de vida.

El proceso de reconstrucción incorpora una serie de aspectos hasta la fecha no considerados. Por ejemplo, que en las áreas que se determinen como vulnerables a inundación por efectos de *tsunami* no puede haber equipamientos logísticos esenciales, tales como equipamientos municipales, de salud, educación, seguridad y otros; sistemas estratégicos de suministro eléctrico o subestaciones; zonas de almacenamiento y distribución de combustibles; no pueden estar comprometidas las comunicaciones esenciales primarias de acceso a esas localidades, como las vías principales; debe haber sistemas de comunicación permanentes, por la vía de la ubicación de las zonas de señales o emisión comunicacional, y que las zonas de almacenamiento de agua potable no pueden ser vulnerables, como los oleoductos, como las zonas de almacenamiento de productos peligrosos o como los lugares donde se almacena carga o combustibles.

Si se aplica la lógica que se deriva de las recomendaciones que hacen los organismos internacionales, se puede observar que prácticamente ninguna de nuestras ciudades costeras cumple las condiciones señaladas, a partir de lo cual hay gran trabajo para la planificación urbana y el futuro, el cual es inmensamente costoso y lento, pero necesario de realizar para que eventos como los *tsunamis* no produzcan el colapso absoluto, la destrucción integral de esas localidades. La resiliencia que ellas necesitan luego de ese tipo de eventos debe tener tales consideraciones internalizadas, con el fin de que exista comunicación, mediante áreas logísticas que se mantengan operativas o que se puedan restablecer con prontitud para atender el evento, o cargas de combustible o concentración de elementos peligrosos, como en el caso de Talcahuano, puesto que los contenedores fueron uno de los elementos más destructivos.

No obstante, todo lo señalado tiene que pasar por la incorporación en los instrumentos de planificación territorial.

En cuanto a la lógica sobre la cual se está construyendo, cabe tener presente que el plan de reconstrucción define ámbitos de intervención, que son los que se señalaron en la exposición, que incluyen desde la participación hasta elementos de identidad, porque cada localidad tiene su singularidad, elementos que pasan a conformar el plan maestro.

Uno de los productos de ese plan son los instrumentos de planificación territorial, en el que se espera incorporar los estándares de seguridad mencionados, a través de indicadores que aseguren la calidad de vida y que permitan ser monitoreados en el tiempo. Para ello se debe contar con una institucionalidad de la cual hoy se carece, puesto que los instrumentos de planificación territorial no tienen indicadores que permitan ser evaluados todos los años, con el objeto de determinar si el instrumento está cumpliendo con los objetivos que se plantearon, desde el punto de vista de los indicadores o los conceptos con los cuales se concibió.

En la práctica, en el litoral del Biobío se quiere incorporar esos indicadores como un mecanismo cuantitativo y selectivo de la calidad, que permita efectuar evaluaciones todos los años, al igual como se lleva a cabo en localidades como Barcelona, donde se publica a fin de cada año el estándar o el avance de los indicadores de calidad de vida. En ese sentido, se espera aportar para que las localidades del litoral de la Provincia de Biobío reporten, año a año, los avances en materia de mejoramiento de la calidad de vida o el deterioro de esos indicadores, dentro de los cuales están la seguridad, la productividad, el transporte y otros aspectos mencionados en relación con los ámbitos de intervención.

En la práctica, no se puede hablar de reconstrucción en localidades donde no quedó nada que se pueda reconstruir, de manera que hay que construir de nuevo. En Dichato, recientemente los representantes de la respectiva empresa sanitaria, informaron que el sistema de alcantarillado de esa localidad está colapsado por completo, de modo que es más fácil construir una nueva red de alcantarillado que reparar la existente.

Como la reconstrucción tiene mucho de construcción, lo único que se hace es sincronizar toda la disponibilidad de recursos sectoriales que tiene Obras Públicas, las iniciativas de Concesiones, los recursos de la Dirección de Obras Portuarias, los recursos y las acciones de la empresa portuaria de Talcahuano, en el caso particular de esa ciudad, y los del SERVIU, para alinearlos en un mismo objetivo. Ésa es la única novedad y la única gran diferencia que hay con el proceso normal de construcción de una urbe. En este caso en particular, se sincronizan las acciones, se programan inteligentemente los recursos y se hacen más eficientes. Eso solamente se puede hacer porque es un proceso de reconstrucción.

En el caso de Talcahuano, las medidas de protección son sencillas, por ejemplo, que la segunda pista del ensanche de la avenida interportuaria se haga con un terraplén más elevado y se acompañe con una franja de 25 a 30 metros de árboles, en una franja del litoral costero público. Plantar árboles puede parecer costoso, pero es una medida muy eficiente y económica.

Para el caso central de Talcahuano, la concesión del puerto de Talcahuano va a incluir una vía que va a generar una gran barrera de contención para una futura ola. Es decir, lo que se está haciendo es sencillamente interceptar una acción de la empresa portuaria, que va a concesionar una obra, interceptar una acción de ampliación de una obra que ya tiene presupuesto – privado- para ensanchar una autopista, más aportes para arborización, a fin de resolver, en buena medida, el problema de Talcahuano.

Es decir, no hay recursos nuevos. Sencillamente, se usan de manera oportuna los recursos sectoriales disponibles. Ésa es la estrategia, la novedad que puede tener este plan. Y puede ser que, de “modelito”, pase a ser modelo y se pueda realizar.

En el caso de las soluciones costeras el principio es que las personas deben permanecer en el borde costero, porque ahí tienen su base, su sustento, su hábitat y, sobre todo, su plataforma económica. Por lo tanto, si hablamos de caletas, no vamos a sacar a la gente de ahí. Lo único que queremos es transformar sus viviendas a través del mecanismo de los subsidios de reconstrucción, a fin de que sean resistentes a los *tsunamis*, para lo cual se va a usar 100 UF, que es el costo adicional por la compra del terreno. Es decir, en vez de comprar un terreno en otra parte, se asignarán esos recursos al mismo sitio, al lugar donde estaba la vivienda, para construir una estructura en el primer piso que sea una zona de castigo, de manera que la vivienda esté del segundo piso hacia arriba.

La lógica no es expropiar, no es sacar a la gente del borde costero, a menos que la Dirección de Obras Públicas, DOP, deba construir defensas costeras, como ocurre en Dichato, caso para el cual los recursos ya están asignados y disponibles. Esto permitirá reconstruir en la actual cota de Dichato, con algunas variaciones, a un costo que bordeará los 6 millones de dólares. Eso ya está en el presupuesto e implica una pequeña expropiación a las viviendas que están inmediatamente al lado del borde costero.

La participación es el eje de todo. No obstante, existe un problema: la velocidad con que esto tiene que funcionar, lo cual a veces nos impide realizar todos los eventos participativos. Por esta razón, se ha recurrido a un mecanismo nuevo, que no se había intentado. Consiste en encuestar a cada una de las familias afectadas con un cuestionario en que ellos responden cuáles son las opciones a las que quieren optar como solución final de reconstrucción. Esto, sin perjuicio de los eventos en forma de asamblea y focus group que estamos llevando a cabo.

6. Los seguros.

El Ministro de Obras Públicas, don Hernán de Solminihac, expresó que los primeros antecedentes con que se cuenta indican que las obras públicas no están aseguradas. Las únicas que están aseguradas son las obras concesionadas. Es una mala noticia, pero es la información al día de hoy. Obviamente, es razonable pensar en incluir este tipo de resguardos en el futuro.

Al Ministerio de Obras Públicas le corresponden las edificaciones públicas, entre las cuales, en general, no están los colegios. Las obras concesionadas están aseguradas, pero no ocurre lo mismo con el resto de las obras. El Estado no ha sacado seguro de las obras que están asociadas al MOP.

En materia de obras concesionadas, en épocas normales, sin terremoto, los seguros eran del orden de 1,4 por mil al año. Hoy día, después del terremoto, están del orden de 4 a 4,5 por mil. O sea, en este momento

el costo de los seguros que están sacando las concesionarias, posterremoto, prácticamente es cuatro veces superior.

Por ejemplo, la Ruta 68 cuesta más o menos 40 mil UF al año.

El tema del seguro hay que evaluarlo. Puede ser una alternativa tal vez en casos puntuales; pero si se quisiera sacar seguro a todas las obras, el costo probablemente sería alto.

La Directora de Obras de la I. Municipalidad de Valparaíso, doña Adriana Germain, indicó que hasta este minuto hay más de 4 mil construcciones catastradas, de las cuales la mayoría corresponde a tabiquería de madera rellena con adobillo, sistema estructural tremendamente elástico y muy bueno. De hecho, ha resistido durante los últimos tiempos, pero necesita reparaciones constantes, requiere de una buena mantención. Se necesitan seguros, pero hoy todo lo confunden con el adobe y no lo aseguran.

Por consiguiente, en Valparaíso, ciudad declarada patrimonio de la humanidad por la Unesco, no tiene seguros para las viviendas que la componen porque las catalogan de otra manera. Al parecer como adobe.

El concepto de tabiquería de madera, que puede estar rellena con lo que sea, aunque el elemento tradicional ha sido el adobillo, se cataloga como adobe y cruz.

El adobe puede ser utilizado como corresponde. Todo ese tipo de cosas son las que hay que ver y revisar. No hay que permitir generalidades, sino que acotar muy bien, porque lo que se ve es que todo el sistema asegurador no funciona, funciona poco o funciona mal.

Hay muchos edificios de copropiedad inmobiliaria, sistema en el que mayoritariamente se está viviendo hoy, que aseguran las áreas comunes, pero no los bienes comunes.

Hay que asegurar los bienes comunes que, de acuerdo con la ley de copropiedad inmobiliaria, son el suelo, las estructuras, las instalaciones sanitarias, en resumen todo.

Lo que tiene la persona es el uso exclusivo de propiedad de lo que queda dentro de su departamento, pero no puede una copropiedad asegurar las áreas comunes que se refieren a los pasillos, a la escalera y al ascensor cuando mucho. Es imposible que así sea. Sin embargo, sucede. Y en este momento muchas de las dificultades que enfrenta la gente que quedó con edificios bastante deteriorados, no por colapso sino porque las estructuras internas han sufrido, tiene ese problema. Hay que dejarlo como un tema realmente importante.

El Director Ejecutivo de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios, don Vicente Domínguez, expresó que se debe tener presente que hoy no están disponibles tecnologías constructivas que aseguren, ante un sismo de estas magnitudes, que no habrá daños en estructuras y especialmente en los elementos no estructurales de las edificaciones.

Por ello existe el mecanismo de los seguros para cubrir los efectos producidos por hechos fortuitos y de causa mayor, categoría que por definición incorpora a los sismos.

Las normas deben ser claras en cuanto a los derechos de los consumidores, pero también deben ser claras en cuanto a sus deberes, especialmente en términos de mantenimiento de las viviendas y espacio comunes, y los seguros requeridos en ese ámbito.

Por otra parte, si bien el formato de seguros tiene ventajas por la supuesta velocidad de respuesta en solucionar y financiar las reparaciones o reconstrucciones derivadas de un sismo, generará un sobrecosto para cada propietario que se debe considerar.

A modo de ejemplo, en el actual sismo el costo estimado es de 30 mil millones de dólares, de los cuales un 19 por ciento corresponde al sector vivienda; industria, un 25 por ciento; educación y salud, un 27 por ciento, representando un costo no mayoritario y atomizado en cientos de miles de casos afectados.

O sea, hay sólo un 19 por ciento de los costos totales estimados que corresponden a viviendas.

En general se identifica el terremoto con efectos residenciales, pero resulta que los efectos residenciales corresponden solamente en los daños económicos a un 19 por ciento.

A su vez, parece relevante la necesidad de que las comunidades definan mecanismos reales que aseguren a lo menos los espacios y bienes comunes de las copropiedades, pero hoy esto resulta inaplicable en cuanto a su obligatoriedad bajo la figura de las juntas de vigilancia o administraciones, quienes no tienen el patrimonio de la figura legal apropiada para responder a eventos de esta índole.

El seguro por los espacios comunes es un gasto que no siempre los vecinos están dispuestos a asumir.

El Presidente de la Cámara Chilena de la Construcción, don Lorenzo Constans, expresó que es importante considerar en los seguros que hay edificaciones y construcciones en que el contenido es mucho más importante que la misma construcción, por ejemplo, los laboratorios que tienen un instrumental carísimo. De más está decir que en el caso de los hospitales hay que asegurar la vida de las personas que están dentro a todo evento.

En Chile no hay apoyo a la innovación tecnológica, pero constituye una forma de seguro. Un ejemplo, es el edificio Titanium, que simboliza lo que puede ser un edificio alto construido con una tecnología nueva que permite un comportamiento bastante seguro.

Los seguros deben trabajarse de manera más rigurosa. La ley de copropiedad inmobiliaria considera los seguros para sismos sólo como adicionales al de incendio, pero la verdad es que el incendio y el sismo deberían ser actores permanentes en el caso de una comunidad. Eso abarca una gran cantidad de viviendas y lo mismo sucede, por supuesto, con las viviendas subsidiadas, con las que están adquiridas con crédito hipotecario y con los activos públicos, que también deberían contar con un seguro, pero que, en muchos casos, no lo tienen. Eso significa que el Estado debería destinar recursos adicionales para pagar las primas mensuales.

La incorporación de seguros de sismo para edificaciones permite tener un tercero externo, en este caso la compañía de seguros, mucho más vinculado al control de la ejecución de la obra, porque haría una supervisión que no está relacionada con los profesionales directos. Es decir, al contratar una póliza de seguro, con toda certeza la compañía de seguros será bastante rigurosa en verificar, como ocurre con los bancos cuando financian construcciones, pues son bastante rigurosos en verificar los avances.

B.- ESTÁNDARES TÉCNICOS.

1. Capacidad técnica del país.

El Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Tomás Guendelman, expresó que Chile es el país más sísmico del mundo, pero se ha dado el lujo, de no contar con profesionales especialistas como sismólogos, por ejemplo, en reparticiones encargadas de las emergencias.

No puede ser una sorpresa que haya un sismo, porque éste es un país donde hay sismos. La sorpresa es el día que llega, pero no que haya. De modo que las instituciones que están al servicio de la comunidad para prestar debido socorro, para dar alertas tempranas y oportunas o para encaminar los cursos de acción, deben contar con personal técnico calificado.

Respecto de la tecnología, desde luego en este sismo se contó con muy buena tecnología para hacer los registros efectivos del terremoto. Sin embargo, algunos de estos instrumentos no tuvieron el éxito esperado porque fallaron las estructuras que los soportaban.

Es así como en el borde costero, en la zona costera de Curicó, muchos de los instrumentos que pertenecían a una de las universidades del país no pudieron efectuar los registros por falla no en el instrumento propiamente tal, sino que en el elemento que lo sustentaba.

El Past President de la Cámara Chilena de la Construcción, don Luis Narios, consideró que el país estaba subinstrumentado. Sólo a partir del terremoto de 1960 se empezaron a colocar algunos acelerógrafos. Pero en este momento el desarrollo de la técnica ha llegado a un nivel tal, que se puede empezar a pensar que se puede tener un cierto grado de predicción de lo que va a ocurrir.

Hay un trabajo de 1999, revisado y ampliado al 2006, en el cual, en base a una instrumentación, como GPS y acelerógrafos, que se habían dispuesto en el territorio chileno, justamente en la zona que ahora resultó amagada por el terremoto, fue posible medir corrimientos del territorio por efecto de la Placa de Nazca, que empieza a empujar a la placa continental y la tierra comienza a arrugarse. Así se detectó que Concepción, por ejemplo, retrocedía hacia Argentina.

Cuando se empiezan a hacer esas mediciones en forma sistemática, a través de una adecuada instrumentación, se puede concluir lo mismo que esos investigadores concluyeron con ese trabajo, esto es, que iba a haber un terremoto sobre 8,5, que era la magnitud que se esperaba -el que ocurrió fue de 8,8-, que iba a afectar una faja de territorio de aproximadamente 400 kilómetros de longitud -fueron 500 kilómetros de longitud-. Lo que no se pudo predecir fue la fecha del fenómeno, pero es probable que con adecuados instrumentación y convenios con centros de investigación más avanzados se pueda llegar a predecir la fecha.

Por lo tanto, tendría un tremendo valor que se propiciara la instalación de los instrumentos y su mantención, porque los instrumentos hay que cuidarlos, aún cuando ello involucre costos.

El ingeniero civil, doctorado en hidráulica costera, en ingeniería costera y profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Patricio Catalán, opinó que hay escaso conocimiento en Chile acerca del mar. Chile es bastante especial, por ser un

país con 86 mil 400 kilómetros de costa, si se considera su condición fractal. Sin embargo, se ha intervenido muy poco en ella, de modo que se ignora cómo se comporta, lo que ha influido en la inexistencia de una normativa, por ejemplo, respecto de obras portuarias, en general.

Normalmente, ese tipo de obras se llevan a cabo por interés del mandante, respecto del cual existe un conjunto de recomendaciones de tipo internacional. Sin embargo, en Chile no existe una normativa definida de cómo incorporar, por ejemplo, todos los esfuerzos y solicitudes asociados a maremotos, tormentas y oleajes cuando se desarrollan obras costeras, poblaciones costeras, como en nuestro caso, lo que deja al país en una situación de déficit.

Chile es el país más tsunamigénico del mundo, lo cual significa que gran parte de sus terremotos tiene gran potencial de generar maremotos. Desde la llegada de los españoles se registran, por lo menos, once maremotos importantes.

Construir, para resistir un maremoto, no es factible, por su costo, puesto que el tipo de construcción que se requiere es significativamente distinto a lo que normalmente se hace en Chile. Se trata de construcciones bastante especiales, con gran nivel de resistencia, porque los esfuerzos son muy focalizados y concentrados, lo que significaría encarecer todas las obras si se quiere que se mantengan en pie.

Por lo tanto, hay que definir el objetivo. Si éste es salvar vidas, hay que desarrollar sistemas de evacuación o definir las obras que podrán estar en zonas de vulnerabilidad, donde el peligro puede ser mayor, pero aún no existe nada al respecto; ni siquiera los planes reguladores lo han considerado.

En Chile no hay tradición respecto a la formación de profesionales capacitados para analizar las problemáticas asociadas al oleaje. Solamente hay un par de escuelas que están empezando a desarrollar ingenieros especializados en ingeniería oceánica. Materia que no sólo se refiere a la construcción, sino a la condición costera y a la morfología natural.

2. La normativa vigente.

La Ministra de Vivienda y Urbanismo, doña Magdalena Matte, informó que dentro de las normas principales, con respecto a diseños sísmicos, de la Ordenanza se encuentra la norma NCh 433, oficio del año 1996, de diseño sísmico de edificios; la NCh 2369, del año 2003, de diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales; la NCh 2745, de 2003, de análisis y diseño de edificios con aislación sísmica y, además, normas en estudio sobre requisitos de diseño sísmico de estructuras con sistemas de disipación de energía.

La NCh 433 es la norma principal de diseño sísmico de viviendas.

Esa norma, creada en 1972, bajo el nombre de Cálculo Antisísmico, establece valores mínimos para las solicitudes sísmicas en edificios de todo tipo y la clasificación de edificios en tres tipos diferentes, pero no considera variaciones por zona sísmica. Además, establece tres tipos de suelo y condiciones para momento volcane y torsor, además de diversas regulaciones para el desempeño cualitativo de elementos secundarios.

En 1993 se aprobó la primera modificación, que incorporó lo aprendido a raíz del sismo de 1985.

Una modificación toma entre cinco a ocho años en materializarse.

Entre sus modificaciones destacan las recomendaciones a la evaluación del daño sísmico y la incorporación de siete normas de materiales específicos.

Asimismo, se agrega una clasificación de edificaciones estratégicas y factores de modificación de respuesta; se incorpora la zonificación sísmica, estableciendo tres grandes zonas que van de mar a cordillera. Se modifican los tipos de suelo, agregando una categorización.

De igual forma, se agregan condiciones a fundaciones y diseño de subterráneos, y se referencia el diseño de algunos materiales a normas específicas.

En 1996 se aprueba una nueva modificación, actualmente vigente, que, básicamente, disminuye factores de modificación de respuesta, limitando el cálculo de sistemas constructivos a modelos estáticos de, a lo más, dos pisos. Introduce el concepto de espectro de diseño para el cálculo de corte basal y coeficiente sísmico máximo.

Actualmente, se encuentra en proceso de evaluación internacional la modificación 2009 de esta normativa, cuyas modificaciones fundamentales son la definición de aplicabilidad a materiales con norma técnica de diseño sísmico o que tengan propiedades mecánicas de ductilidad equivalentes a los requerimientos de esta norma.

Se cambia la clasificación de estructuras e incorpora la última modificación a la norma de diseño de estructuras de Hormigón Armado del año 2008 y a la norma NCh 3171 de combinaciones de carga.

En cuanto a la filosofía de diseño de la norma NCh 433, de 1996, está orientada a la protección de la vida, lo cual implica lograr que las estructuras resistan, sin daños, movimientos sísmicos de intensidad moderada; con daños limitados en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad, los cuales, aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa.

Zonifica el territorio nacional mediante tres bandas longitudinales, de severidad decreciente de mar a cordillera.

El Ministro de Obras Públicas, Hernán de Solminihac expuso que claramente no hay normativa con respecto a las exigencias de los elementos accesorios. La normativa está básicamente asociada a la parte estructural. Por lo tanto, hay allí un elemento importante de mejorar: incluir normativas respecto de las partes accesorias de los edificios.

Obviamente, esta catástrofe dejó tareas. La primera es que se debe incorporar a las normas chilenas el espectro del terremoto del 27 de febrero, tanto en forma como en intensidad, para el diseño de estructuras a futuro, tal como se hizo con el espectro del terremoto del 3 de marzo de 1985.

También se deben difundir las técnicas de diseño y construcción de sistemas de aislación sísmica y reducción de vibraciones, que se

comportaron de manera bastante razonable en algunos casos, como los que se han mencionado; por ejemplo, el Hospital Militar, el edificio Titanium y el Puerto de Coronel, que también cuenta con aislación sísmica y se encuentra funcionando sin grandes dificultades.

La norma NCh 2745, de 2003, que rige los diseños con aislación sísmica, ya tiene un espectro corregido en intensidad respecto de la norma NCh 433.

Es claro que en la revisión que se debe hacer hay que incluir la normativa, la ejecución, la inspección y toda la cadena del proceso constructivo, desde el diseño hasta que la obra está operativa. Sin embargo, también hay que considerar, por lo menos en algunos casos, el uso que le podría dar la gente a la infraestructura. Pero los importantes son los puntos iniciales: normativa, diseño, inspección y construcción, luego viene lo que sucede después de la entrega de la obra al uso público.

Los estándares de construcción de las obras concesionadas se encuentran determinados en las respectivas bases de licitación de cada uno de los contratos, correspondiendo éstas a las vigentes al momento de la adjudicación de los respectivos contratos concesionados. De esta manera, cada una de las sociedades concesionarias ejecutó los proyectos cumpliendo con la normativa vigente en esos momentos.

Estos proyectos fueron revisados por la inspección fiscal de cada uno de los contratos, apoyándose en general en las unidades de la Dirección de Vialidad y de la Coordinación de Concesiones.

En el caso específico de los proyectos de puentes y estructuras, éstos siempre contaron con la aprobación explícita del Departamento de Puentes -actual Departamento de Puentes y Estructuras-, los que verificaron el cumplimiento de las normativas vigentes en los diseños desarrollados por las distintas sociedades concesionarias.

Las sociedades concesionarias desarrollaron los proyectos de ingeniería de acuerdo a las normativas vigentes en el momento de la etapa de construcción y a lo señalado en las respectivas bases de licitación.

Para los casos consultados a modo de ejemplo, los proyectos de estructuras fueron desarrollados por las sociedades concesionarias y aprobados complementariamente por el Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad, los que verificaron en su revisión el cumplimiento de la normativa aplicable a las obras que se consultan.

Complementariamente, la inspección de la calidad de las obras fue efectuada tanto por la sociedad concesionaria como por la inspección fiscal, verificándose el cumplimiento de las especificaciones y consideraciones definidas en el proyecto de ingeniería. Las labores de inspección consideraron, entre otros, control de materiales, suelos, verificación topográfica, etcétera.

Durante el proceso de construcción de las obras concesionadas pueden existir observaciones de distinta naturaleza, las que deben quedar subsanadas antes de la puesta en servicio provisoria de la obra.

Una comisión integrada en la forma establecida en cada contrato de concesión se encarga de verificar la correcta ejecución de las obras. Se levanta un acta que sirve de fundamento para la dictación del respectivo acto administrativo que otorga la puesta en servicio de la obra.”

Por lo tanto, para ver los detalles específicos de las observaciones, hay que verlos obra por obra. Pero el mecanismo de trabajo es como lo señala el Director de Concesiones: en el libro de obras se da una observación, se corrige; y si no se corrige, no se puede aceptar la puesta en observación.

Las empresas que efectúan los estudios de cálculos estructurales son consultoras privadas, que deben cumplir con los requisitos establecidos para ser consideradas dentro de los registros de consultores del MOP., debiendo cumplir con cierta categoría y especialidad, atendida su experiencia en la materia que se trate. A este registro pueden incorporarse las universidades que cumplan con estos requisitos. En general, las universidades no calculan, por lo tanto, lo más seguro es que no haya alguna que lo haga. Por eso, también hay que ver allí a qué obra se refiere en particular.

La ocurrencia del sismo de febrero pasado debe permitir efectuar una revisión de la normativa vigente, entre otros los espectros de diseño. Cabe señalar que las modificaciones a las normativas deben permitir enfrentar de mejor manera eventos de esta naturaleza. Sin perjuicio de lo anterior, no es posible asegurar que modificando las normativas vigentes sea posible garantizar que no se generen daños ante la ocurrencia de un sismo de iguales características.

Obviamente, a medida que el análisis post terremoto avance se irán viendo los cambios que requiere la normativa y sus efectos, porque, tampoco se puede subir mucho la normativa, porque los costos suben paralelamente. Hay que tomar decisiones en orden a decir que, por ejemplo, en el caso de elementos que son más vitales, se puede poner un delta de seguridad más alto que en el caso de otros, que tienen alternativas, etcétera.

Las empresas consultoras contratadas para asesorar a la Inspección Fiscal cumplen, porque realizan su labor conforme a las bases de licitación del contrato, en éstas se incluyen los términos de referencia que señalan las obligaciones de carácter técnico de la asesoría. La ITO es la responsable que dicha asesoría cumpla con los términos de referencia, en caso contrario se le ordena corregir o, en los casos extremos, la ITO puede solicitar el cambio del personal de la asesoría.

Para los casos de los contratos de obras de la Dirección de Vialidad, éstas se contratan en amparo del Reglamento para Contratos de Obras Públicas, decreto supremo MOP N° 75, DE 2004, donde se establecen todas las reglas de la contratación y las multas correspondientes. Por ejemplo, el artículo 111 del RCOP, señala multas por incumplimiento a las órdenes del Inspector Fiscal, cuyo monto diario está entre 0,5 y 8 UTM. Además, en el artículo 151 señala que la Dirección puede poner término administrativamente y en forma anticipada en caso de incumplimiento de su contrato, indicándose diez causales para ello.

En el caso del Aeropuerto Arturo Merino Benítez no hubo problemas de fiscalización, tampoco de cumplimiento de normas. Desde el punto de vista estructural, el edificio del terminal del aeropuerto AMB resistió adecuadamente las situaciones originadas por el sismo. No obstante, se deberá estudiar la factibilidad de incorporar normas a los elementos no estructurales del edificio, tales como cielos falsos, vitrinas, estanterías, tuberías, etcétera.

Según la Dirección de Vialidad, a la luz de las mediciones obtenidas por la red de sismógrafos, donde se registraron aceleraciones tanto verticales como horizontales mayores a las que la norma actualmente considera para el cálculo de estructura, es necesario readecuar la normativa,

ajustándola a las solicitudes que este sismo generó. De igual forma, es necesario revisar la zonificación del país, para los efectos del cálculo sísmico de estructuras. La norma actualmente vigente fue ajustada en su oportunidad conforme a las solicitudes que generó el sismo de 1985.

La Dirección de Obras Hidráulicas, respecto al cálculo de las torres de APR, señala que el diseño de los estanques de regulación, que considera fundaciones, estructuras y estanques propiamente tal, se encuentra regulado en las normas de agua potable rural Ex-Sendos "Programa Rural Normas de Diseño", de diciembre de 1984, tanto para los estanques de hormigón armado como para los estanques metálicos. Ésta se basa en normas chilenas para hormigones, para aceros para hormigón armado y para fabricación y montaje de estructuras de acero.

La norma Ex-Sendos considera el uso de planos tipo, en los cuales se encuentra el diseño estructural, tanto de estanques de hormigón armado como metálicos, elevados o semienterrados y su correspondiente fundación, la cual depende de la capacidad de soporte del suelo.

Los planes tipo se guían por el Manual para Estructuras de Acero de 1976 del Instituto Chileno del Acero, que considera la componente sísmica. Los planos tipo consideran estanques semienterrados de hormigón armado, que varían entre 30 metros cúbicos y 200 metros cúbicos, y estanques metálicos elevados, que varían entre 15 metros cúbicos y 100 metros cúbicos en volumen, y entre 10 metros y 20 metros de altura.

Estos planos tipo fueron actualizados en diciembre de 1987, como consecuencia del sismo de 1985.

Además, entrega una tabla que muestra los volúmenes de estanques considerados en los planos tipo.

En el caso de los estanques metálicos, la altura de las torres respectivas corresponde a 10, 15 y 20 metros.

En la determinación de las fundaciones de los estanques, se considera un informe y estudio de mecánica de suelo basado en normas chilenas.

En caso que el diseño requiera de un estanque que no se encuentre dentro de los planos tipo, éste debe ser propuesto por el consultor caso a caso.

Luego del terremoto del 27 de febrero de 2010 se adoptó la decisión de realizar un estudio para la actualización de los planos tipo. Dicho estudio es efectuado como parte de un aporte de la empresa Aguas Andinas y será revisado, además de la propia Dirección de Obras Hidráulicas, por un tercero, para certificar los diseños. Aún no está definido el ejecutor del mismo.

La Dirección de Obras Hidráulicas en el caso del Programa de Agua Potable Rural, desde el punto de vista jurídico, se sustenta en el artículo 2° transitorio de la ley N° 19.549, que modifica el régimen jurídico aplicable al sector de los servicios sanitarios, que en su párrafo primero establece que "Las concesionarias de servicios sanitarios en las que a la fecha de publicación de esta ley, el Estado, directamente o por intermedio de sus empresas o instituciones descentralizadas, fuere controlador, estarán obligadas, si así las requiere el Ministerio de Obras Públicas, a prestar asistencia técnica y administrativa a los servicios de agua potable rural de sus respectivas regiones, así como llevar a cabo las actividades necesarias para la ejecución de obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de nuevos servicios. Tales actividades se formalizarán

a través de convenios con el Ministerio de Obras Públicas” y, además, en la Ley de Presupuestos del Sector Público de cada año, en la que se le asignan los recursos para financiar las actividades antes descritas, estableciendo, además, que será la Dirección de Obras Hidráulicas la encargada de efectuar la administración y ejecución presupuestaria del Programa.

La Dirección de Obras Hidráulicas celebra convenios ad referendum para cada una de las regiones con las empresas sanitarias de la región, exceptuando a la Región de Antofagasta, para la ejecución del Programa de Agua Potable Rural en sus dos ámbitos, asesoría y asistencia técnica a los sistemas de agua potable rural existentes y la gestión de proyectos de inversión, la que comprende todas las actividades necesarias para la ejecución de los proyectos, ya sea estudios, diseños u obras, tanto para sistemas de APR nuevos como conservación y ampliación de los existentes. Tales actividades son detalladas en el Instructivo para la Asesoría y Asistencia a los Sistema de Agua Potable Rural y la Gestión de Proyectos de Inversión, documento complementario del Convenio.

En el Instructivo se detallan todas las actividades que debe realizar la empresa sanitaria a través de una unidad técnica.

En lo que respecta a la gestión de proyectos de inversión, la Unidad Técnica debe desarrollar, expresado en forma muy general, todo el proceso de licitación de las obras o consultorías, estudios y diseño, tal como: preparación de los antecedentes para el llamado a licitación pública; efectuar las publicaciones en los medios de comunicación escritos que corresponda; apertura de las propuestas; realizar los informes de adjudicación; celebración de contratos con el consultor o contratista, según corresponda; designación de un inspector técnico de la obra o consultorías, etcétera. Todo lo anterior con las respectivas autorizaciones de la Dirección Regional de Obras Hidráulicas en cada una de las etapas que se estipulan en el Instructivo.

Posteriormente, la inspección técnica de la obra o consultoría debe cumplir con todas las actividades que al respecto se establecen en el Instructivo, las que, en general, tienen que ver con el control del avance físico, financiero y todos los aspectos administrativos del contrato a su cargo, del que también se debe dar cuenta a la Dirección de Obras Hidráulica regional, a través de su inspector del convenio, en distintas instancias establecidas en el Instructivo.

Por otra parte, la Dirección de Obras Hidráulicas nombra un inspector de convenio, que tiene como misión la supervisión de todas las actividades señaladas en el Convenio, Instructivo y Anexos.

Finalmente, respecto de la situación jurídica actual del sistema de Agua Potable Rural, se encuentra en trámite en el Congreso Nacional el proyecto de ley sobre servicios sanitarios rurales, que pretende regular el sector rural tanto en el ámbito de la provisión de agua potable, como la disposición de las aguas servidas correspondientes.

En síntesis, las comunidades no realizan acciones en el ámbito de la construcción de sistemas y la DOH cumple con los roles indicados anteriormente.

Las modificaciones que pudieran ser necesarias debieran quedar reflejadas en el proyecto de ley de Servicios Sanitarios Rurales que se encuentra actualmente en trámite, al que esperamos introducirle algunas indicaciones en las próximas semanas.

EL Director Obras Municipalidad de Cobquecura, don Luis Vargas, informó que existe en el país una gran dispersión legal en materia de urbanismo, asociado también al patrimonio. Por ejemplo, el mismo cargo de director de obras es regido por lo menos por dos cuerpos legales que los mandatan: la ley Orgánica Constitucional de Municipalidades y la ley General de Urbanismo y Construcción. Además, hay dos organismos que los fiscalizan: uno tiene carácter técnico, y es la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la cual emite circulares por medio de las cuales da instrucciones e interpreta la ley. El otro organismo es la Contraloría General de la República.

En 2005 se dictó la ley de Calidad de la Construcción, que fue interpretada por el MINVU, a través de la División de Desarrollo Urbano, en el sentido de que las responsabilidades del plan de obras quedaban acotadas, básicamente, a lo que informaban en el certificado de informaciones previas, a las normas urbanísticas. Y la Contraloría General de la República dijo que no, ya que el otro cuerpo legal, la ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, no había sido modificada, porque para eso se requería un quórum distinto al que alcanzó la modificación que se aprobó. Desde que ocurrió eso han pasado cinco años y recién ahora, el 1 de abril, la División de Desarrollo Urbano acogió el dictamen de la Contraloría, después de muchos intentos para que se reconsiderara. Así es que durante todo ese tiempo se estuvo en la incertidumbre respecto del criterio a aplicar, porque estaba la circular de la División de Desarrollo Urbano vigente y un dictamen de la Contraloría que decía otra cosa.

En ese sentido, a causa del terremoto se ha visto que la dispersión legal es un grave defecto, porque los diversos actores que intervienen en la calidad de la construcción acogen la norma que más les conviene: la ley de Copropiedad Inmobiliaria, la ley General de Urbanismo y Construcción, la ley Orgánica Constitucional de Municipalidades.

La responsabilidad de los profesionales del área privada que intervienen en las edificaciones, que son distintos al director de Obras, también se incorporó en la legislación de 2005. Pero otra vez está el problema de que la interpretación del Minvu iba por un lado y la de la Contraloría, por otro.

En otro orden de cosas, falta apoyo en cuanto a la fiscalización de las obras. El único funcionario público que tiene facultades para fiscalizar, en general todas las obras, es el director de obras. Es la única contraparte pública para toda la variedad de profesionales e instituciones privadas que intervienen en la edificación.

Distinto es el caso de las obras públicas, donde cada organismo público tiene la responsabilidad de designar a los profesionales que aseguren la calidad de las obras.

La dispersión legal actúa como facilitadora para el sector privado, porque les da más oportunidades para hacer fraude.

El Director del Instituto Nacional de Normalización³⁶, don Sergio Toro Galleguillos, informó que la mayor cantidad de normas que el INN produce -en promedio 100 por año-, están en el área de la construcción.

Respecto de la realidad de la construcción, el INN tiene un stock de 1.063 normas para la construcción. De ese conjunto de normas, 362

³⁶Fundación de derecho privado, creada por la Corfo en 1973, que provenía de otra institución, mucho más antigua, de alrededor de los años 40, llamada Inditecnor que se dedicaba a la generación de normas técnicas, fundamentalmente para el área de la construcción. Posteriormente se amplió a todos los sectores productivos.

son obligatorias y están incorporadas en la ordenanza de construcción y urbanismo o en otras reglamentaciones específicas del Ministerio de Vivienda.

Hay un conjunto de normas no obligatorias, es decir normas voluntarias. Las normas obligatorias son las que se incorporan en la reglamentación, de acuerdo con la autoridad competente.

En suma, se cree que las normas, sobre todo en construcción de esta área, como la antisísmica, la 431, 432 y 433 han funcionado bastante bien y se encuentran bastante actualizadas para el promedio de edad del stock de normas que tenemos.

Es importante destacar que no hay normas técnicas en pasarelas ni en APR. El INN no ha desarrollado normas técnicas en esas materias y hay una reglamentación relativamente nueva en relación con el agua potable rural. Lamentablemente, no coincide con los tiempos ni con los plazos.

Hay que distinguir entre la norma técnica, de carácter voluntario, que hace el INN y la reglamentación de la autoridad, que es obligatoria.

Muy probablemente en materia de agua potable rural, para las torres y otros, debe existir alguna reglamentación específica que no es parte de nuestra normativa del INN.

El INN tiene normas específicas en ductos, en conductos, en tuberías, y esas son las que se debieron aplicar o referenciar.

El agua potable debería estar bajo una norma muy específica de construcción. Habría que preguntarle a la autoridad competente, probablemente al MOP.

La normalización es una medida de desarrollo. Algunos países de la OCDE muestran que lo que tienen en materia de normas técnicas publicadas a 2008, corresponde al ingreso per cápita.

Con respecto a Estados Unidos, esa es una medida engañosa, porque allí están publicados los datos de ANSI, para una estructura de segundo piso -la normalización técnica norteamericana-. Por lo tanto, la cantidad de normas que produce Estados Unidos superan con creces esa barra. Chile, de acuerdo a estos parámetros, debería contar con 12 mil o 13 mil normas técnicas y sólo tiene un stock de 3 mil normas. Eso tiene que ver con las políticas públicas que se han llevado adelante en estas materias.

Desde 2003 existe un convenio con el Minvu en el que se acredita a los laboratorios de control técnico de la calidad de la construcción, conforme al decreto supremo N°10. Para eso el INN tiene un laboratorio de ensayos acreditado para la calidad de la construcción. Tiene 67 laboratorios en todo Chile - sólo no lo hay en dos ciudades: Coyhaique y Copiapó, con 205 áreas acreditadas bajo una norma general, que es la 17.025, de requisitos para laboratorios en general, y además normas específicas por cada área que ellos acreditan. Eso representa un 31 por ciento del total de laboratorios de ensayo acreditados en el Instituto Nacional de Normalización. Esa es una cifra bastante alta, lo que da cuenta de que efectivamente se han movilizad bien los laboratorios de ensayo para cubrir las exigencias del Minvu. Ahora, éstos básicamente pueden proveer de ensayos en el área de hormigones, áridos y mecánica de suelos.

La Secretaria Ejecutiva del Registro Nacional de Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural del Instituto de la Construcción, doña Carmen Abarca, expresó que se ha estado trabajando en la elaboración de normas técnicas en el área, porque hay carencia de normativa, sobre todo en el

área de la mecánica del suelo, que fue en lo que se comenzó a trabajar. Para eso se creó un Fondo de Investigación del Registro de Revisores, gracias a la buena administración de estos ingresos por certificado de inscripción vigente, lo que permite contar con un fondo anual para financiar esas actividades.

El primer trabajo que se desarrolló fue la NCh 1508.of2008 Geotecnia-Estudio de mecánica de suelos, porque no había ninguna norma en el área que dijera qué es lo que se debe considerar como un informe de mecánica de suelos.

También había una dispersión respecto de qué presentar al momento de justificar un informe de mecánica de suelos.

El decreto que oficializa la norma, es el N° 309, publicado en el Diario Oficial el 10 de febrero de 2009. Esta norma está en trámite. El año pasado se solicitó incorporarla a la ordenanza general de Urbanismo y Construcciones para que se considere obligatoria.

Actualmente se está trabajando en la norma NCH 3206 de Excavaciones, Entibaciones y Socalzados. Se espera la aprobación por el Consejo para su posterior oficialización por parte del Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Éste es el segundo trabajo terminado y concluido con financiamiento del Registro de Revisores.

También están en estudio el anteproyecto sobre la norma de cálculo estructural, que es un símil del informe de mecánica de suelos, y el anteproyecto sobre norma geotécnica, relativa al empuje de suelos sísmicos y estáticos sobre subterráneos de edificios.

Un proyecto bastante importante y urgente en el que está trabajando el Comité, es el estudio de modificaciones de la actual NCH 433, específicamente en el capítulo de suelos, alineados con el Comité de estructuras a cargo de toda la norma.

El capítulo de suelos ha sido bastante cuestionado después del terremoto, así es que el Comité lo está estudiando.

Respecto de los procedimientos de los revisores, se propone lo siguiente:

1) Reglamentar la obligación de presentar el estudio de mecánica de suelos, basada en la NCH 1508, en edificaciones a definir en la ordenanza general de Urbanismo y Construcciones.

2) Incorporar el número de certificado de inscripción vigente del revisor de proyecto de cálculo estructural en formularios de permiso y recepción municipal, lo que nos permitiría hacer un mejor seguimiento del cumplimiento de la ley.

3) Incorporar la firma del revisor de proyecto de cálculo estructural en los planos del proyecto que conforman el expediente del permiso, como también el de recepción municipal. Actualmente no se considera como obligatoria la firma en los planos, por lo tanto, el profesional revisa un proyecto y, finalmente, no se sabe si el proyecto que se revisó es el que se construyó, y

4) Legislar y reglamentar respecto de la inspección técnica externa.

Don Tomás Guendelman, Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, consideró que la normativa es la traducción legal de las lecciones que se aprenden de un sismo. Hasta ahora rige

la que deriva del terremoto de 1985. Pero a partir de este instante se inician estudios para incorporar nuevas lecciones, las que se plasmarán en la normativa que se perfeccione.

La sismología tiene como laboratorio natural la tierra y los sismos que sobrevienen van encontrando un ambiente tecnológico muy diverso para registrarlos.

Lo que había en 1985, cuando se produjo el último sismo sobre 8 grados de magnitud en el país, cubría solamente el 10 por ciento del territorio nacional, de modo que no se puede ignorar el hecho de que el conocimiento se incrementa con el paso de los años y, probablemente, así ocurrirá con un evento posterior. El que decide vivir en un país sísmico, no se puede quejar cuando hay un sismo, pero puede pedir que se registre bien, que se aprendan las lecciones, que queden puestas a beneficio de la comunidad en forma expedita y razonable. Pero eso no se traduce en aumento de costos si se aplica rigurosamente. Porque, en el hecho, el efecto sísmico predominante en Chile es el desplazamiento relativo entre la Placa de Nazca, que viene del mar, y la Placa Sudamericana, que viene desde el centro del Atlántico y que incluye a todo el continente. Ello se debe a varias asperezas, una de las cuales está precisamente en el Maule y otra en Pichilemu, que son los dos focos de este terremoto, que parece que fue doble. Y hay otra hacia al norte, por lo que no debería extrañar cuando el sismo se produzca.

El atascamiento de esas asperezas origina que se acumule energía, la cual tiene tendencia a desplazarse 10 centímetros por año, pero se ve impedida durante muchos años. En efecto, en este sismo en particular, esa energía no se pudo liberar durante 175 años, que a razón de 10 centímetros por año habría originado un movimiento de 17 metros, y lo que constataron los instrumentos son cifras de ese orden, 14 ó 15 metros del movimiento relativo de las placas, lo que en términos superficiales representó 3 a 4 metros en la ciudad de Concepción.

Por lo tanto, no se puede negar que estos eventos provocan daño, destrucción y verificación del cumplimiento de las normativas, pero, al mismo tiempo, provocan lecciones.

Sin embargo, la cantidad de movimiento que se puede provocar y la cantidad de energía que se puede disipar, están acotados. Es lo mismo que ocurre cuando los micrófonos se saturan. No se puede pensar en un sismo de magnitudes mucho más grandes, porque antes fallan otras cosas y no se alcanza a manifestar.

Para que no hubiese grandes terremotos debería temblar todo el tiempo, porque nunca habría acumulación de energía que provocara daño. En la medida que pasa el tiempo, el daño es superior.

Pero las cosas se miden en escala humana. Los colores se distinguen entre el infrarrojo, el más bajo, y el ultra violeta; por eso se llaman infra y ultra, respectivamente. Pero otros animales que pueblan el planeta tienen percepciones en extremos más lejanos. Es decir por esa zona tan restrictiva de las percepciones del ser humano, se cree que todos los fenómenos son directamente proporcionales. Es lo que se llama el modelo lineal. Es decir, si en un año se acumuló uno, en dos años serán dos, en tres años serán tres y en 10 años serán 10. Pero hay un fenómeno no lineal, que es el producido a través del fenómeno de la saturación: por mucho que aumente el paso del tiempo, no crece la energía, porque el fenómeno se separa del comportamiento lineal.

Cuando una curva, que primero es una recta, después dobla, por así llamarlo, y se pone plana, no hay un aumento de la energía esperable, sino que hay un aumento del tiempo solamente.

En suma, el comportamiento de las estructuras se acercó en forma rigurosa a la legislación vigente, y cualquier comparación entre el daño y la ley tiene la injusticia de que la ley tiene antecedentes que son previos a la existencia de este terremoto.

La preocupación es que los procesos de estudio de los registros obtenidos tomen un tiempo innecesariamente largo. ¿Qué pasaría en el período intermedio? Porque hasta hace un año se diseñaba con plena tranquilidad con la norma vigente; sin embargo, hoy, aun cuando esa norma siga siendo vigente, no se tiene la misma tranquilidad, porque ahora consta el hecho concreto de que hay un terremoto de características diferentes, y sin lugar a dudas, las características de este terremoto son diferentes.

Hay un parámetro determinado por un ingeniero chileno, el profesor y doctor Rodolfo Saragoni, que mide lo que llama “el potencial destructivo”, que es un parámetro importante, porque va más allá de la magnitud y de la intensidad; mide la potencialidad de que haya daños. Y usando su expresión, obtenida estadísticamente de una serie de importantes registros, se pudo determinar que este terremoto en la ciudad de Santiago, al menos, tiene un 35 por ciento más de potencial destructivo que el terremoto de 1985, que ya fue severo.

Santiago está a alrededor de 400 kilómetros de distancia del epicentro y 100 hacia el interior desde la costa. Los fenómenos costeros, o los fenómenos cercanos, son distintos. De modo que hay que tener conciencia de que este terremoto tuvo esas connotaciones.

Además, el terremoto, al igual que el sonido o cualquier onda que se transmite a través de un medio, es un frente de ondas que se transmite por el suelo, y el suelo filtra. Y en este caso, debido a la distancia, el filtrado que se produce a través del suelo con un terremoto a 400 ó 500 kilómetros de distancia elimina, o filtra, las ondas de alta frecuencia, que son las que activan fundamentalmente las respuestas de estructuras rígidas, que son las estructuras bajas o casas. En consecuencia, llegan a esa distancia ondas de baja frecuencia, que tienen mayor impacto en estructuras altas y en estructuras flexibles. Es por ello que hay tanto daño en tabiquería, cielos falsos, en instrumentos que están puestos simplemente y no anclados y que pueden ser muy críticos en algunos casos, como hospitales.

De modo que hay un hecho concreto: hay un terremoto nuevo en Chile, desconocido hasta ahora. Y ese período de interfaz entre la norma vigente y la futura norma, que puede ser de un año, no puede quedar en el vacío.

Tal como señaló el señor Mujica, los ingenieros están tomando acciones, porque la ley, a través de la normativa N°433, que rige para las edificaciones, establece las condiciones conocidas hasta la fecha, pero el ingeniero estructural puede, por su propia decisión y voluntad, sobrepasar esas disposiciones, y es lo que se está haciendo. Pero esto no puede traer como implicancia una revisión de todo el parque de viviendas del país, porque se llegaría a la conclusión salvaje de que hay que demolerlas todas, y eso no es posible.

Una estructura bien calculada, bien construida y bien inspeccionada, tiene un margen de seguridad tan grande –aun cuando haya sido calculada con rigor y con esfuerzo de no dilapidar material y costos- que le permite sobrellevar sismos como éste.

Esa es la razón del éxito. Con un sismo tan distinto a los anteriores, se ha tenido éxito porque las estructuras bien hechas poseen capacidades superiores a las que el ser humano les asigna.

En cambio, cuando en una vivienda hay irregularidades geométricas, de peso y de rigidez importantes -por ejemplo, que en los primeros pisos haya acceso a los automóviles, lo que significa que los muros que vienen de arriba deban terminar en columnitas pegadas en un costado- se producen efectos de tremendas amplificaciones que están por encima de los márgenes naturales que tienen los materiales.

De modo que quienes están en proceso de construir edificios hoy día han pedido una revisión de sus proyectos, en consonancia con el registro sísmico obtenido, el cual todavía está en estado provisorio.

En ese sentido, cree que el rol que le compete a esta Comisión Especial puede ser importante para lograr la aceleración de los procesos normativos.

El presidente del Comité de Leyes y Ordenanzas del Colegio de Arquitectos, don Wilson Tapia, expresó que desde 2005, en virtud de lo establecido en la ley N° 20.016, la responsabilidad de revisar la arquitectura fue traspasada a revisores independientes. Por lo tanto, la municipalidad ya no revisa la arquitectura, sino que procede a otorgar la aprobación de acuerdo con el informe del revisor independiente, en el cual se consigna si cumple con todas las reglas.

A los directores de obras se les conservó solamente la revisión de los aspectos urbanísticos.

El artículo 116 de esa normativa dispone que el director de obras municipales conceda el permiso o la autorización requerida si los proyectos cumplen con las normas urbanísticas, de acuerdo con los antecedentes acompañados, previo pago de los derechos que procedan, sin perjuicio de las facilidades de pago contempladas en ese cuerpo legal.

Se entenderá por normas urbanísticas a las contenidas en esa ley, en su ordenanza general y en los instrumentos de planificación territorial que afecten a edificaciones, subdivisiones, fusiones, loteos o urbanizaciones en lo relativo a usos de suelo, es decir, todas las normas urbanísticas que detalla.

No obstante, la normativa no se pronuncia sobre el proyecto de arquitectura, puesto que en las municipalidades no hay inspectores que concurren a las obras para verificar la enfierradura de una casa o de un edificio. No existe un departamento para inspeccionar.

A los organismos involucrados la misma ley les ha quitado atribuciones, por eso existen problemas constructivos. La legislación sobre la materia se ha preocupado de producir procesos de agilización injustificados, con los cuales no se gana nada. Si se revisaran los proyectos como es debido o los revisores independientes inspeccionaran todos los aspectos, no habría problemas de atraso en las obras. Por lo tanto, se debe mejorar el actual sistema.

El artículo 114 señala que el director de obras deberá revisar únicamente el cumplimiento de las normas urbanísticas aplicables a la obra, de conformidad con el permiso otorgado, y proceder a efectuar la recepción.

En la solicitud de permiso de construcción firman todos los profesionales que intervienen, los que de esa manera asumen la responsabilidad que a cada uno le corresponde. Por lo tanto, firma el arquitecto de la obra, el ingeniero civil, ya sea con revisor independiente o no, y el constructor civil, no la

constructora. La ley no acepta que firme, por ejemplo, la empresa constructora Los Abedules, sino el ingeniero de la empresa. También, firma el inspector técnico de la obra que tuvo que revisarla en las diferentes etapas. Para la recepción final se vuelve a firmar esa carta.

En las construcciones de mediana calidad el mandante es el que autoriza la asistencia de un inspector. En el caso de las grandes empresas ya existen las inspecciones técnicas. Las grandes empresas constructoras requieren tener categoría internacional, para lo cual la mayoría cuenta con un certificado de validez ISO 2008. Esas empresas no tienen por qué tener revisión técnica y podrían no estar contempladas. O sea, hay una gama, de la excelencia hasta la obra que está dirigida por un constructor.

Respecto de qué se debe hacer, hay que decir que los organismos no tienen culpa, porque se les han dado todas las responsabilidades. Se comportó bien el diseño; fue de noche y no hubo carreras en las escaleras, pero para la parte técnica de los edificios debería haber un organismo que revise su calidad, porque todas las fallas de los edificios que se han caído se deben a que, a lo mejor, el cálculo estuvo mal hecho, ya que lo elaboró, por ejemplo, un calculista que tenía cinco años de ejercicio profesional y a la empresa constructora, o a quién sea, le costó menos. Lo anterior puede ser teórico para Santiago, pero en regiones, en un pueblo o en Dichato, ¿qué arquitecto hay allí que sea director de obras! A lo mejor, no hay o depende de otra comunidad.

El revisor independiente, que revisó y dio la aprobación de los planos de arquitectura, no tiene la obligación de inspeccionar técnicamente cómo se construyeron; para eso está el inspector de obras. Y él, al final de la obra, dirá que el edificio cumple, por ejemplo, con el ancho de las escaleras y emite un informe, pero no hay una inspección. En la actualidad, la inspección siempre es cuestión del mandante.

Si el mandante contrata al arquitecto, a la empresa constructora, al inspector técnico, al ingeniero, ¿quién fiscaliza que eso esté bien? Luego, se firman los papeles. El edificio de Concepción tenía todo firmado. Se ignora si tenía recepción final. En ese caso, el terreno era malo, pésimo, y se sabía. El plano regulador no dice prohibición, pero se sabía que el terreno era malo. Se utilizaron todos los recursos para mejorar el proyecto de ingeniería y se construyó, pero se derrumbó el edificio. El ingeniero dijo que le extrañó que el edificio se cayera, porque hizo una placa de losa de fundaciones. En el fondo, hizo un barco, que es lo que se hace cuando se construye en la arena; se hace una losa compacta de 40 centímetros en el piso, en el subterráneo. En Viña del Mar ha construido dos casas con ese sistema y no tienen ninguna grieta, porque se mueve toda la construcción.

En Pedro de Valdivia Norte se quiere que se acepte la construcción de edificios de diez pisos. Pero esos terrenos son basurales del río Mapocho y tienen, más o menos, una cota de fundación de 10 a 12 metros. Un arquitecto puede hacer un proyecto y es probable que nadie haga una revisión. Dos casas en ese sector, en Los Araucanos y en Los Españoles, tienen la fundación de 12 metros de profundidad y sobre pilotes, igual que el edificio del Congreso Nacional, y sobre éstos se construyó una losa y una casa de dos pisos, que no sufrió ningún daño.

Según la ley, las construcciones militares y estratégicas y de Gendarmería no necesitan permisos municipales. Se dictó un decreto nacional por seguridad. Eso es nefasto. Es raro que no se hayan derrumbado las cárceles que se han construido.

Sobre los profesionales que firman ahí, qué se le va a pedir a un profesional que no tiene trabajo, pero luego le ofrecen construir un edificio de diez pisos. Es una pega para dos años. Eso involucra que el arquitecto o el ingeniero que hizo el edificio fue empleado de la empresa que sanamente quería ganar dinero. Es lo que realmente afecta a la construcción. Si el costo sube un 3 por ciento, entonces que suba al 10 por ciento, porque no se puede arriesgar vidas.

El Profesor de mecánica de suelos de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Miguel Petersen, expresó que se está analizando la norma chilena N° 433, ya que no debería haberse producido daño sísmico en sectores como Huechuraba, en Santiago, Borde Río, en Concepción, y el Plan de Viña, donde 25 edificios sufrieron bastantes daños.

Al mismo tiempo, hay sectores en los cuales no hay norma, no hay nada, sino algunos estudios, por ahí perdidos, sobre fallas geológicas, de modo que en ellos seguirán produciéndose fallas, porque los terrenos son anómalos.

Debido al terremoto se producirán mejoras en materia de ingeniería y construcción, a la vez que se producirá el cambio de la respectiva norma.

En mecánica de suelos existe la norma 1508, nueva, cuyos autores son varios mecánicos de suelo, que entró en vigencia entre septiembre y noviembre de 2008, pero que comenzó a ser aplicada entre el 2009 y el 2010. Recién en 2010, la comunidad técnica, llámese SERVIU, municipalidades y universidades, comenzó a conocerla.

Esa norma exige que los estudios de suelo se hagan de una cierta forma, con una cierta cantidad de estudios y con determinado volumen de reconocimiento de suelos.

El Profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Carlos Aguirre, señaló que la normativa chilena es un problema país, puesto que no existe normativa de diseño de estructuras viales, sólo hay una documentación que es del Ministerio de Obras Públicas, pero que no tiene la fuerza legal de una norma. No se cuenta con normativa respecto del diseño de estructuras hidráulicas, estanques de agua potable ni APR. No hay normativa específica ni propia para el diseño de ese tipo de sistemas y de estructuras portuarias.

Debido a lo anterior, en las oficinas y en las distintas instancias se adoptan las respectivas normas. Cuando el mandante tiene experiencia, señala sobre la base de qué norma, por ejemplo, una norma extranjera, se llevará a cabo determinado diseño, el que con posterioridad es sometido a revisión. Pero hay ocasiones en que los mandantes no tienen esa capacidad de definición, de modo que éste queda al juicio de quien lo ejecuta.

En Estados Unidos, por razones constitucionales, no hay normas únicas, porque es una nación federal. Sin embargo, hay instituciones o entidades que se han preocupado de desarrollar normas que sean válidas para todo el país. En el caso de los edificios de hormigón armado, el American Concrete Institute tiene una norma que es una especie de código modelo para Estados Unidos, la que es utilizada en las distintas ciudades con algunas modificaciones. Esa norma, que es reconocida a nivel mundial como de buena calidad, es la que se está aplicando en Chile, la cual

contiene disposiciones para aplicar en países o en zonas con actividad sísmica.

Hay una diferencia importante en ese país, puesto que los proyectos estructurales sólo pueden ser efectuados por ingenieros autorizados, calidad que no está dada por el título universitario, sino sobre la base de la experiencia que demuestren y luego de aprobar un examen muy complejo, el cual les permite obtener una autorización temporal, que debe ser renovada después de determinado número de años.

Además, las municipalidades, o sus equivalentes, son bastantes rigurosas en la revisión de proyectos. Sin embargo, eso no quita que también tengan problemas, tal vez más grandes que los nuestros.

Chile tiene normas sísmicas desde 1974, la NCH 433, en su primera versión. ¿Qué pasa con los edificios que se construyeron antes de ese año? ¿Qué pasa con las viviendas de adobe? ¿Qué pasa con las viviendas que no cumplen con la normativa actual porque se construyeron bajo otras condiciones?

Se ha estudiado mucho el tema. Es una tarea que en Estados Unidos se deja a ciertas instituciones y la cobran a través de impuestos, para que la gente pueda reciclar esas estructuras y hacerlas que cumplan, pero es complicado.

Quienes visitaron la zona sur cercana a Concepción o Talca saben que las viviendas de adobe que resultaron dañadas son muchísimas.

No se investiga en viviendas de adobe. Algunos arquitectos dicen que no debiera construirse con adobe, porque no resiste bien los sismos. Pero el adobe está ahí y las personas que quieren construir con ese material lo pueden hacer.

Una de las cosas que se advierte en los departamentos es el daño de toda la tabiquería, que corresponde a elementos no estructurales. Ello hoy en día es un punto álgido para los ingenieros porque, en general, la normativa no se centra demasiado en esos aspectos. Además, quienes producen elementos no estructurales, por ejemplo, tabiques y cielos, como los que se cayeron en el aeropuerto de Santiago y en otros lugares, en realidad no cuentan con una normativa tan clara.

Eso significa que estos elementos normalmente fallan; se ha visto aquí, en el terremoto de 1985 y también fuera de Chile. Hay una norma ISO que se está estudiando en Estados Unidos. De hecho, en septiembre se reunirán en San Francisco para tratar este tema, que aún no está completamente resuelto.

Normalmente, la reparación de recubrimiento, tabiquerías y cielos suele ser más cara que el edificio en sí o del orden de lo que cuesta la estructura. Este es un punto importante y los ingenieros deben buscar una solución.

La Directora de Obras de la I. Municipalidad de Valparaíso, doña Adriana Germain, expresó que aparte de los estudios generales, que debería realizar el Estado, la norma sísmica respecto de terremotos funciona dentro de lo esperado, es decir evitar el colapso del edificio.

De hecho, no ha habido más de tres o cuatro colapsos en los edificios construidos posteriormente a la norma sísmica. La norma no responde de la albañilería en adobe, que tiene doscientos años de antigüedad. Esta ha sido relativamente mal cuidada, con ampliaciones no adecuadas a ella.

Si la mayoría de los edificios han respondido a la norma sísmica, sólo habría que hacerle ajustes, precisiones. Habría que reforzar los estudios de suelos, las mecánicas de suelos.

El Presidente de la Cámara Chilena de la Construcción, don Lorenzo Constans, indicó que, en primer lugar, existen las normas sísmicas, como la norma 433, norma sísmica o de diseño sísmico o sismorresistente, que corresponde a una norma que rige para todo lo que tenga que ver con el cálculo de diseño y estructura de los edificios.

En la actualidad se encuentran vigentes: la norma 433, del año 2009, que corresponde al diseño sísmico de los edificios y que está vigente desde el 12 de junio de 2010, a pesar de que ya estaba anteriormente aprobada. También, la norma 2.369, que es la oficial 2003, que incluye diseño sísmico de estructura e instalaciones industriales.

La norma 433, como se explica en el artículo 5,1, en relación con los daños esperados en un sismo, señala que aplicada en conjunto con las otras normas, que aparecen en el punto 5,3, está orientada a lograr que las estructuras tengan tres comportamientos: que resistan sin daño los movimientos sísmicos de intensidad moderada, sismos leves; que tengan limitados daños en elementos no estructurales, como cielos falsos y puertas, y que, aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente alta. Eso es lo que establece la norma 433 en sus tres puntos más relevantes.

¿Cuáles son las normativas que tiene la industria de la construcción? Hay una lista que incluye desde el hormigón armado, cuya utilización está bastante regulada, hasta las estructuras de acero y la albañilería de ladrillo.

Participan el revisor independiente de arquitectura, profesional que regula el volumen para dar cumplimiento a los planos reguladores, y el revisor independiente, ingeniero calculista que a partir de julio de 2005 debe efectuar una revisión de proyectos estructurales, la cual es obligatoria para todos los edificios de tres o más pisos y para los conjuntos habitacionales del SERVIU.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones; las inspecciones técnicas de obras y algunos ensayos, los que se deben efectuar obligatoriamente en toda construcción para tener la recepción final otorgada por un municipio, es decir, el ensayo obligatorio de hormigones cada 50 metros cúbicos; la inspección obligatoria para instalaciones de gas, que es lo que la gente conoce como sello verde; la inspección selectiva de instalaciones eléctricas, para obtener el certificado que se incorpora a la carpeta para obtener resolución municipal. Lo mismo pasa con los proyectos sanitarios. Cuando el proyecto es definitivo, primero se declara y después se entrega. La inspección técnica de obras va muy hermanada con el autocontrol en obras. Como gremio, dentro de otras recomendaciones, se señala a los asociados que aunque no tengan la obligación de tener un revisor independiente ni un inspector técnico de obras es conveniente que cuenten con un profesional distinto que cumpla la coordinación, porque en toda obra de construcción y de edificación

normalmente hay modificaciones que se van produciendo, y es positivo que lo haga una persona externa.

3. Registro nacional de consultores y revisores.

La Secretaria Ejecutiva del Registro Nacional de Revisores de Proyecto de Cálculo Estructural del Instituto de la Construcción, doña Carmen Abarca, informó acerca de las leyes y decretos de urbanismo y construcciones.

La Ley General de Urbanismo y Construcciones, a la que se incorpora la ley N° 19.748, establece la obligatoriedad de revisar el proyecto de cálculo estructural.

Dentro de la ordenanza general de Urbanismo y Construcciones se incorpora el decreto N° 115, que entró en vigencia el 9 de julio de 2003, en una primera etapa, y el 9 de julio de 2005 -dos años después-, en una segunda etapa, el cual reglamenta la ley N° 19.748. Además, incorpora normas técnicas oficiales del INN, sobre cálculo estructural y mecánica de suelos.

Después está el decreto N° 134, que aprueba el reglamento del Registro Nacional de Revisores de Proyectos de Cálculo Estructural. A este reglamento se incorpora la circular de la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, que aclara y precisa aspectos de la ordenanza, además de las circulares de la División Técnica de Estudios y Fomento Habitacional, DITEC, que aclara aspectos relativos a la interpretación del reglamento.

Finalmente, el 10 de diciembre de 2002 se firmó el convenio entre el Instituto de la Construcción y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, de manera de delegar en el primero las funciones de administración, gestión y mantención del Registro Nacional de Revisores.

La filosofía fue crear este registro para mejorar los proyectos de cálculo estructural, perfeccionar la calidad y estándar de la edificación nacional y proteger la seguridad de las personas, que es el más importante principio que se persigue en este caso y que es materia de esta Comisión.

Estado del Registro al 31 de mayo de 2010.

Se pueden inscribir personas naturales y jurídicas, las que pueden optar a primera, segunda y tercera categoría. La categoría única se refiere a la especialidad de mecánica de suelos.

Hay un total de 83 inscritos vigentes. Hay diez más, pero, debido a una serie de trámites administrativos, aún no están vigentes, aunque lo estarán pronto. De los 83 inscritos, 54 están en primera categoría, diez en segunda, 15 en tercera y sólo cuatro en la categoría única, que corresponde a mecánica de suelos. Sin embargo, hay 99 revisores habilitados, ya que las personas jurídicas pueden habilitar hasta tres profesionales cada una, dentro de la empresa.

Distribución regional de los inscritos.

Sesenta de los 83 inscritos son de la Región Metropolitana; en la Octava Región hay cinco; en la Quinta Región, cinco; en la Cuarta Región, cuatro; en la Novena Región, uno, y en la Duodécima Región, uno.

Hay regiones donde no hay inscritos. Son la Primera, la Tercera, la Sexta, la Undécima y la Decimoquinta.

El registro tiene cobertura nacional.

Estadísticas generadas del registro.

Respecto del número de certificados emitidos por años o proyectos revisados por año, hay un total -desde el inicio de la ley- de 11.447, que se distribuyen anualmente como se indica.

La cantidad de 806 es al 31 de mayo del presente año. En 2006 y 2007 hubo un comportamiento similar. En 2009, período de crisis, hubo 2.108 proyectos, esto es, más que los años anteriores.

Otro perfil de la información corresponde a los metros cuadrados revisados. Hay un total de 54 millones y fracción, distribuidos por años. El *peak* se dio en 2006, cuando ingresaron al sistema de revisión o a las direcciones de obras los grandes proyectos emblemáticos de Torre Titanium y Costanera Center, que tienen una cantidad enorme de metros cuadrados revisados. A eso se debe el salto.

En 2009 hubo una mayor cantidad de proyectos revisados, pero menor cantidad de metros cuadrados revisados, porque disminuyó la envergadura de los proyectos a causa del período de crisis.

Éste es un cuadro general. Lo que interesa mostrar son los destinos de los proyectos revisados. Se puede ver que hay destinos que no están dentro de la obligatoriedad de revisar, pero sí han sido revisados voluntariamente por los mandantes. Como los destinos bodega, industrial, esparcimiento, que no están expresamente señalados. Dentro del concepto "otros", hay cajas de escaleras, cajas de ascensores, vanos de muebles o modificaciones en alguna estructura existente.

Todo eso da 11.447 proyectos revisados, de los cuales el 38 por ciento corresponde a destino educacional; 20 por ciento al destino habitacional; 15 por ciento al destino comercio, y 4 por ciento a oficinas.

El destino habitacional es el 50 por ciento de los metros cuadrados revisados. O sea, de los 54 millones tiene casi 27 millones de metros cuadrados revisados. Ahí está la mayoría.

El segundo destino con mayor cantidad de metros cuadrados revisados es comercio, con 17 por ciento; luego viene el educacional, con 12 por ciento, y el resto de los destinos, con el porcentaje que indica el gráfico.

Ahora, esta misma información se puede desagregar en número de certificados emitidos o proyectos revisados por región. Hay revisiones en todas las regiones. No había profesionales inscritos en la Primera, en la Tercera, ni en la Sexta regiones y que en la Novena hay uno.

Los proyectos los revisaron ingenieros de otras regiones, porque un solo ingeniero no da abasto. Los ingenieros no necesariamente revisan en su propia región. Una de las primeras aprensiones cuando se implementó el Registro era que como no había profesionales en todas las regiones, quedarían algunas sin atención. Pero hay profesionales de Santiago, por ejemplo, que revisan en la Cuarta Región y uno de la Séptima Región que revisa sólo en su región. Hay otros profesionales de Santiago que revisan en la Segunda Región.

Es importante destacar que el de la Novena Región se inscribió recién el año 2009.

El 59 por ciento de los 54 millones de metros cuadrados revisados están en la Región Metropolitana, porque allí se concentran los proyectos de mayor envergadura.

En la Quinta Región está el 11 por ciento de los metros cuadrados revisados y el 7 por ciento en la Octava Región.

La idea es que vean el perfil de la información que podemos generar con todos los datos que llegan al Registro.

También se incorporó un gráfico de barras para mostrar de otra manera el número de proyectos revisados entre julio de 2003 y mayo de 2010, por región. La Región Metropolitana tiene lejos la mayor cantidad.

Acciones del Instituto de la Construcción en beneficio de la administración del Registro.

- En diciembre de 2002 se firmó convenio con el Ministerio de Vivienda y Urbanismo por el cual se encomienda al Instituto la gestión, administración y mantención del Registro.

- Se confeccionó una guía de recomendaciones.

- Se está elaborando proyectos de normas técnicas oficiales INN en el área del cálculo estructural y la mecánica de suelos.

Todas las gestiones que se han hecho y los problemas que se han detectado, o espacios a mejorar, han sido producto de esas reuniones almuerzos, mensuales, con integrantes del comité original que pidió al Congreso que se tramitara la ley y con profesionales inscritos en el Registro. Esto permite la retroalimentación de cómo va el ejercicio, de manera de detectar problemas y darles solución.

- Además, se desarrolló y diseñó la página web para el Registro que contiene la información respecto a la normativa, el listado de inscritos, los procedimientos para inscribirse, el reglamento del Registro y algunos dictámenes o circulares de la División de Desarrollo Urbano, aclaratorios para el ejercicio de la revisión.

- Jornada de difusión en regiones.

Se concurrió al inicio de prácticamente todas las etapas de la entrada en vigencia de la ley, por región, y el Instituto se contactó con las cámaras regionales de la construcción y con los colegios profesionales regionales.

En 2006, en el contexto de la entrada en vigencia de la ley de calidad de la construcción, el Instituto fue especialmente invitado a participar y a difundir estadísticas de las revisiones.

- Con ocasión de la segunda etapa de la entrada en vigencia de la ley, se imprimió un afiche tamaño carta que se envió a las direcciones de obras municipales de las 342 comunas que tenía el país en 2005, a todos los SERVIU, a los colegios profesionales regionales, a todas las Seremi de Obras Públicas y a las de Vivienda. En total se enviaron aproximadamente 900 ejemplares que informaban sobre la segunda etapa de la revisión.

Gracias a ello muchas municipalidades supieron que existía la ley. Habían pasado dos años y no tenían muy claro de qué se trataba. Agradecieron esa acción, porque les permitió enterarse de que existía el Registro. Ingresaron a la página web para obtener más información y la ley empezó a operar de manera más eficiente.

- Respecto de los procedimientos, con el propósito de colaborar en la interacción entre revisores y revisados, se elaboró un documento guía, para lo cual se contó con la ayuda de los propios revisores. Tal como su nombre lo indica, es sólo una guía de recomendaciones a través de la cual se sugieren los documentos mínimos necesarios para realizar una revisión de proyecto de cálculo estructural y, además, los aspectos mínimos a considerar por un revisor al momento de hacer la revisión.

La ordenanza dejó bastante abiertos los protocolos de revisión. Por ejemplo, en el artículo 5.1.27 dice: "El revisor de proyecto de cálculo estructural revisará la aplicación de las normas que se enumeran a continuación...", luego detalla un listado de 28 normas del área del cálculo estructural, y continúa: "...en lo que le sea aplicable."

Debido a esto, al comienzo todos consultaban cómo tenían que hacerlo, de qué forma se debía presentar el informe que solicitaba la ordenanza. También se hizo pensando en los usuarios o demandantes, que se quejaban de que los revisores se negaban a revisar sus proyectos.

Los revisores reclamaron acerca de la precariedad de la información del proyecto de cálculo estructural, que de repente un papel con un par de números era presentado como una memoria de cálculo y pretendían que fuera revisado.

Por esa razón se elaboró ese documento, que señala lo mínimo que debe contener un proyecto para que sea revisable y, segundo, qué se debe considerar en el proyecto para poder revisarlo.

- También se hizo una encuesta entre revisores y revisados. Se envió a 177 personas: 100 revisados y 77 revisores, de los cuales 62 la respondieron.

Como resultado de esa encuesta, lo que hay que destacar, respecto del revisor de proyectos de cálculo estructural, es que el 43 por ciento dijo que había debilidad en los conceptos y criterios.

Ante la pregunta sobre si en los proyectos revisados se encontraron errores u omisiones en la documentación entregada, la mayoría señaló que eran de menor importancia.

Respecto del tiempo transcurrido luego de formuladas las observaciones hasta subsanarlas, el 61 por ciento dijo que era razonable.

La encuesta se hizo en 2007, a cuatro años de haber entrado en vigencia la ley de manera parcial, y a dos de la vigencia total.

En la encuesta a los ingenieros y arquitectos revisados hay que destacar que ante la consulta sobre si la revisión contribuyó a mejorar la seguridad del proyecto, el 78 por ciento dijo que sí.

Respecto de la emisión del certificado de inscripción vigente, se solicita a través de la página *web* al revisarse el proyecto. Se trata de un sistema nuevo que se desarrolló gracias a la administración externa con que se cuenta. Los certificados de inscripción vigente los piden los propios revisores a través de este sistema. Para ello necesitan tener nombre de usuario y *password*. Luego ingresan toda la información relativa al proyecto.

Eso es lo que permite generar las estadísticas mencionadas: del proyecto revisado, de la plana profesional que participa, de los calculistas, del revisor. Allí es donde se puede identificar si existen duplas o pares de revisores y revisados. En ese sentido, puede haber casos aislados, pero en la mayoría de los proyectos no existen las duplas. Ese ha sido un proceso natural.

Hay 11 mil y tantos proyectos revisados y 54 millones de metros cuadrados revisados, pero interesa saber si efectivamente se está revisando todo lo que se debe. Ése es un dato duro que ha costado bastante cotejar. La manera de hacerlo es comparando las bases de datos de los permisos de edificación otorgados por cada municipalidad con la base de datos del certificado de inscripción vigente. Ahora, no se ha podido dar con buenos valores o margen de error que permitan publicarlo; sin embargo, todos estos datos se han enviado a la dirección del Registro, dependiente del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, porque están facultados para darle seguimiento a esa información. En todo caso, como tarea a futuro se quiere determinar el grado de cumplimiento de la ley.

El Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Tomás Guendelman, señaló que la selección de los revisores es muy rigurosa, no cualquiera puede estar en primera categoría. De modo que los proyectos que calzan en esa categoría, que son edificios de una envergadura superior, requieren cosas que están más allá de la normativa, como técnicas de cálculo, procedimientos de análisis, situaciones excepcionales. Por lo tanto, el revisor no sólo hace *tícs* frente a las distintas columnas que va verificando, sino que también interactúa con el calculista.

Un buen revisor establece un protocolo de cuatro etapas, que no está contemplado en la nomenclatura generalizada, porque es una materia personal.

La primera de ellas consiste en precalificar la estructura. Eso se realiza mediante una reunión de un par de horas en la que vemos si tiene sentido lógico, si tiene armonía.

La segunda etapa consiste en revisar el análisis, para lo cual se construye un modelo simplificado que se compara con el modelo de cálculo del calculista. Si los resultados son coincidentes, con dos metodologías completamente diferentes, se da por aprobado el análisis. Si hay diferencias importantes, se entra a ver en detalle cada uno de los dos procesos, para determinar cuál de ellos explica la discrepancia. Normalmente se alcanza esa situación.

La tercera es la revisión del diseño estructural, es decir, ver si las cantidades de acero dispuestas en los elementos de hormigón armado, por ejemplo, permiten garantizar las capacidades que a éstos se les exige.

Y la cuarta es una revisión selectiva de los planos, para que sean concordantes con el análisis y el diseño.

Todo eso permite que esto sea lo que señaló el diputado Hales durante la sesión pasada, es decir, una segunda mirada, pero con un *plus*, con mucho énfasis en que el proyecto logre filtrar, de la forma más eficiente posible, errores que se pasan debido a la presión del tiempo y del trabajo que se exige al ingeniero calculista. Esto es la pausa que permite reconsiderar el cálculo.

El nivel de calidad de un proyecto revisado debería alcanzar al 95 por ciento de credibilidad por haber sido revisado, pero hubiese tenido sólo 80 por ciento si no hubiese sido ese el caso. Creo que ese 15 por ciento explica con creces la importancia de esta labor.

El Profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Carlos Aguirre, indicó que hoy, la calidad del diseño la ven los revisores estructurales. Sin embargo, ello no ha funcionado como debía.

Pareciera ser que el manejo de esto pasa por una revisión, pero no necesariamente se requiere la firma. El proyecto se construye igual, habiéndose hecho o no las correcciones al proyecto por parte del revisor.

Ahora, en el caso de la edificación normal, cualquier usuario que compre un departamento no sabe en qué condiciones se edificó. No hay una exigencia de que haya una supervisión, en el sentido de que lo que está en los planos es lo que se hace. Eso queda sujeto solamente a la buena voluntad de la empresa constructora. O sea, si tiene un buen inspector, va a estar inspeccionado. Si no lo tiene o está apurado por terminar el proyecto, la inspección puede ser más deficiente.

En Chile, normalmente, el mismo plano de diseño se usa para construir. Entonces, hay dos temas: primero, que el que está construyendo pueda leer lo que se está diciendo; se llama "detallamiento" en Estados Unidos, esto es, que esté bien detallado lo que se va a hacer y, segundo, que haya una persona idónea que diga cómo se deben hacer las cosas. Si el plano dice 20, debe ser 20 y no 15.

Hay muchos edificios con distinto nivel de daños, desde poco hasta el colapso. Y normalmente no coinciden con los planos.

Por ejemplo, la barra de construcción dice 60, y no se encuentran los 60.

Eso pasa por alguien que se responsabilice de que lo que está en el plano se haga. No se ve esa figura hoy en el proceso de construir en Chile a nivel de edificios de departamentos de vivienda.

En ese sentido, el usuario está muy desprotegido, porque le ofrecen un departamento bonito, con bonita vista, con buenos estacionamientos, pero no está claro bajo qué condiciones fue construido. Él no puede preocuparse de que el edificio esté bien hecho. Él sólo va y compra.

Cuando se hacen inspecciones e informes del comportamiento de edificios, generalmente se parte pidiendo a los copropietarios los planos de arquitectura, los planos de ingeniería, las especificaciones. En el 90 por ciento de los casos no los tienen. Y cuando van a conseguirlos a la municipalidad, muchas veces ésta tampoco los tiene. En el caso de Viña del Mar, se inundó el

depósito de planos. Por tanto, no hay planos de antes de la inundación de los años ochenta y algo.

En un caso de Constitución, donde murieron ocho personas, las escaleras eran las vías de escape, porque en los edificios de tres pisos, no hay ascensores. Por lo demás, los ascensores no deberían funcionar durante un terremoto. Por lo tanto, la escala es un elemento esencial para el escape. Si se toma una foto de esos edificios, donde colapsó el primer piso y la escala está en el suelo, no puede huir una persona que está en el segundo y tercer piso.

Las municipalidades deberían desarrollar esa función, pero para ello se requeriría tener más ingenieros en el sistema, construir direcciones de obras un poco más grandes y darles atribuciones, que les permita rechazar proyectos que puedan ser peligrosos.

El ingeniero generalmente negocia a través del arquitecto y éste lo hace por intermedio del mandante, que generalmente es la inmobiliaria o la constructora. Y a la constructora la interesa tener hartos estacionamientos, porque eso significa tener pisos libres en el piso 1, porque por ahí entran los vehículos y circula la gente. Entonces, hay una fuerte presión, primero, desde la constructora hacia el arquitecto y de éste hacia el ingeniero, que termina -ahí hay un punto no menor- aceptando que los elementos estructurales que vienen de un piso 20 se mueran cuando llegan al primer piso, porque hay que hacer aberturas para que entren los vehículos. Se llama a esos edificios “espina de pescado” o “peineta”, porque, en el fondo, todo lo perimetral sale y sólo queda la columna vertebral del edificio. Esa es una solución estructural mala y todos lo saben, incluso los ingenieros que han tenido problemas con algunos edificios. Por eso, es difícil resolver ese problema, cuando el mandante se revisa a sí mismo en todo lo que ejecuta. El revisor, si bien puede hacer sus observaciones, no aclara la figura de que se exija que esas observaciones se incorporen en los planos. Algunas observaciones dicen: “Si dejo los muros en el primer piso, no habrá estacionamiento, por lo tanto, el edificio no será rentable.”

En ese sentido, así como existen normativas municipales que limitan la altura del edificio, como la que establece la rasante y otras cosas, a lo mejor debería haber una exigencia de que un porcentaje de los elementos resistentes verticales no se puedan eliminar en el primer piso, porque son muy importantes desde el punto de vista de la seguridad de las personas.

4. Fiscalización.

La Ministra de Vivienda y Urbanismo, doña Magdalena Matte, opinó que hay que buscar un nuevo sistema de fiscalización para los edificios que construya el Minvu. De esa manera, aunque sea una empresa constructora o una EGIS la que contrate la construcción de una obra, el Ministerio revisará que se esté haciendo lo que señalan los planos, porque su responsabilidad es revisar las obras que se están ejecutando.

Se está revisando la normativa técnica, sísmica y el reglamento para ver qué medidas tomar. Se está estudiando un proyecto de ley para realizar mejoras en la calidad de la construcción, acotando las responsabilidades y certificando el proceso constructivo.

El Ingeniero Estructural, profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Gilberto Leiva, afirmó que debe mejorarse la fiscalización. Existe todo un proceso de diseño y revisión de las estructuras, y de recepción por las municipalidades, que generalmente funciona por la calidad de los

profesionales o de los entes involucrados; pero si uno de ellos falla, ello no se detecta.

Si se revisan los edificios que han tenido problemas, se encuentra algunos que nunca debieron haber sido construidos de la forma como lo fueron. Pero nadie dijo nada al respecto.

Eso lleva a concluir que el sistema de revisiones estructurales no está funcionando en la forma ideal, y tampoco el sistema de recepción municipal.

En términos generales, las municipalidades no tienen capacidad de realizar dicha gestión. Las municipalidades verifican que esté lo que tiene que estar, que haya un proyecto, un informe de mecánica de suelos y planos estructurales; sin embargo, no revisan el contenido ni la calidad de éste.

También están los temas de control, no sólo del diseño, sino también de la calidad de los materiales. En general, los materiales con que se trabaja son buenos. Pero en muchas ocasiones son materiales nuevos que no han sido probados o, simplemente, materiales que nunca debieron salir al mercado, como sistemas estructurales o terminaciones.

Los cielos falsos se vinieron todos abajo, simplemente porque no hay ningún control que asegure que ese sistema que se está tirando al mercado satisfaga los requerimientos de un país sísmico como el nuestro. Entonces, hay que trabajar bastante al respecto.

Debería haber un revisor externo a la obra que examine el plano estructural, porque así se establecería una contraparte, que es vital. Sin embargo, se está estudiando la posibilidad de establecer algún tipo de ente revisor que se ocupe de establecer que lo que aprobó el ingeniero de cálculo es lo que efectivamente la constructora está haciendo, porque si bien el cálculo puede estar bien hecho, es posible que en la obra no se esté haciendo lo establecido en el plano.

El Jefe de Desarrollo Urbano de la I. Municipalidad de Ñuñoa, don Alberto Harrington, afirmó que falta fiscalización. Ahora las municipalidades reciben documentos, antecedentes, certificados y planos firmados por profesionales que se entiende tienen ética, tanto los que proyectan, los que calculan como los que inspeccionan. La municipalidad recibe normas urbanísticas y otorga la recepción final sobre la base del antejardín, el distanciamiento, el medianero, la rasante, el coeficiente de constructibilidad y de ocupación de suelos.

No hay fiscalización respecto de la calidad de la construcción, de los materiales que se utilizaron, ni de los profesionales que intervinieron en la obra. Eso se certifica, la Municipalidad obra como ministro de fe a partir de la documentación que entregan las inmobiliarias para la obtención del permiso municipal. En la actualidad la Municipalidad es un Conservador, no como antes. Pero, cuando se comete un error y se produce algún problema o algún daño, la gente mira hacia las Direcciones de Obras, porque antes eran las encargadas de recibir y fiscalizar las construcciones.

Hace algunos años los funcionarios de las Direcciones de Obras usaban una libreta de obras con la cual se recibía primero el trazado, después las fundaciones, luego la obra gruesa, a continuación las terminaciones y, por último, las pruebas de instalaciones, como la de humo, la de presión, la de bolitas, etcétera. En ese entonces las municipalidades tenían la responsabilidad de fiscalizar las construcciones, por lo que la gente podía ir a reclamar al municipio.

Esta responsabilidad se modificó por ley y se jibarizó las funciones de las municipalidades. La recepción que hacen hoy las municipalidades es recibir un edificio cuando está construido, por lo que la responsabilidad queda entregada, principalmente, a los profesionales, tanto a los arquitectos como a los ingenieros constructores. Incluso muchas inmobiliarias contratan la supervisión técnica de terceras empresas para que hagan el desarrollo del proyecto como corresponde.

Respecto de la aprobación de los proyectos, se creó la figura del revisor independiente, que es independiente entre comillas, porque el 30 por ciento que corresponde a los derechos municipales los pagan las inmobiliarias, así es que se trata de una independencia un poco curiosa.

Con respecto al cálculo, el artículo 1.2.14 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones señala: “Los planos de estructura y la memoria de cálculo, que incluirá, cuando corresponda, el estudio de mecánica de suelo, serán de exclusiva responsabilidad de los profesionales competentes que los suscriban.”

“No corresponderá al Director de Obras Municipales ni al revisor independiente revisar la memoria de cálculo, los planos de estructura y el estudio de mecánica de suelo.”

Ésa es la realidad y la Dirección de Obras no puede ir más allá de lo que la ley permite.

El Alcalde de la I. Municipalidad de Constitución, don Hugo Tillería, expresó que el municipio es incapaz de supervisar como corresponde, ya que la planta municipal dispone de un director de obras y de un ayudante constructor civil. Por lo tanto, hay que legislar sobre las plantas municipales, para que cuenten con los profesionales mínimos para poder efectuar la contraparte, la parte revisora, como la han llamado los profesionales. Las municipalidades deben tener los elementos mínimos para asegurar a las personas, a los más desposeídos.

Por cierto que las empresas grandes, las constructoras, pueden tener sus pares. Sin embargo, como municipio a veces no se cuenta con los recursos mínimos para contratar más personal que pueda hacerse cargo de afrontar ese tipo de situaciones.

En la Dirección de Obras Municipales se dispone de dos profesionales: un director de obras y un ayudante. La Municipalidad entregaba de 6 a 8 certificados por día, subió a 150 certificados diarios y hoy entrega 3.000, 4.000 y más certificados. Una municipalidad que no tiene los recursos no puede atender como corresponde a la ciudadanía, de modo que todo tiene que hacerse contratando profesionales por salud o por conceptos que no corresponden. Es por ello que hay que hacer una revisión de las plantas municipales, para que sean modificadas en el corto plazo, con el objeto de que contemos con los profesionales que corresponde. De lo contrario, no se podrá satisfacer las necesidades de las personas.

5. Recomendaciones para mejorar la situación actual.

El asesor de la Ministra de Vivienda y Urbanismo, don Eduardo Contreras, señaló que dentro de los cambios normativos cabe mencionar: actualización de las normas, promover la generación de normas, incorporar cambios en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción para fortalecer la inspección técnica, y promover la investigación e innovación tecnológica.

Entre las propuestas normativo-constructivas, se encuentran: reforzar las exigencias del debido cumplimiento de normas; reforzar las exigencias de una debida revisión del proyecto de cálculo; reconsiderar la validez de los métodos de análisis; reforzar las disposiciones de diseño y sujeción de elementos no estructurales; incentivar el uso de sistemas de disipación de energía; efectuar la revisión del espectro en uso en NCh 433; uniformar espectros entre las diferentes normas sísmicas; la eventual acogida de dos espectros para sismos cercanos y lejanos; la exigencia de estudios de mecánica de suelos, propios del emplazamiento de cada proyecto; la exigencia de confinamiento en cabeza de muros y la especificación de módulos elásticos del material y del suelo, para cargas de larga y de corta duración.

El Secretario Ejecutivo del Instituto de la Construcción³⁷, don Gustavo Cortés, indicó que el Instituto convocó a una mesa de expertos para que efectuara propuestas respecto de cómo enfrentar de mejor forma la reconstrucción nacional. Dicha mesa, representada por todos los socios del Instituto de la Construcción, elaboró un documento, el cual ya tiene un carácter bastante público, con treinta propuestas.

Dentro de las propuestas, está la implementación de un registro nacional de inspecciones técnicas, y aparentemente existe gran consenso sobre eso. La propuesta N° 433, referida a la actualización de las normas, fue estudiada con criterios desconocidos hasta la fecha. Asimismo, se propuso incorporar algunas mejoras al proceso de revisores de cálculo estructural, para tener mayor trazabilidad del trabajo desarrollado por los revisores. En general, desde el punto de vista de la reconstrucción, se acordó proponer iniciativas para agilizar los trabajos que vendrán, tanto de permiso como de recepciones de obras, en todo lo que tiene que ver con la reconstrucción y elaboración de planos reguladores, los cuales, por cierto, en toda la zona y el borde costero tendrán que cambiar, ya que si se mantiene el sistema tradicional de elaboración de planes reguladores la reconstrucción demorará cinco o seis años más, pero esa no es la idea.

El Director Ejecutivo de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios, don Vicente Domínguez, expresó que se requiere una norma más exigente que la actual. Hay una serie de parámetros en aceleraciones horizontales y verticales que este sismo superó. Incluso, los proyectos se formularon con los registros existentes al momento en que se formuló la norma, pero esta nueva norma da nuevos registros.

Hay gráficos de la Universidad de Chile que la Comisión puede conocer. Allí se podrán dar cuenta cómo en ciertos aspectos el sismo registró una violencia superior a la estimada por la norma como violencia máxima para construir en buenas condiciones.

Debería generarse oficialmente un grupo de trabajo o una comisión ad hoc o específica formada por las instituciones más representativas, como el Colegio de Arquitectos, el Colegio de Ingenieros Estructurales, etcétera, que generen esta nueva norma, pero con un cierto *timing* de desarrollo, de manera

³⁷ El Instituto de la Construcción es una corporación de derecho privado que se constituyó en 1996, integrada por los sectores público, privado, gremial y académico.

que no esperemos de nuevo ocho o diez años para generar la nueva norma, sino que se traiga a un plazo mucho más breve.

En el ámbito privado domiciliario existen una serie de elementos secundarios, que no son estructurales, que tuvieron comportamientos perfectibles durante el sismo.

Particularmente, parece pertinente revisar la ubicación de los sistemas de climatización y de manejo de agua potable en edificios, lo cual se extiende también para el ámbito de las oficinas.

Aquí, por normas públicas, muchos de estos sistemas se construyeron de una manera que no se comportaron bien en el terremoto. Hay muchos boiler en edificios que colapsaron y cayó el agua, invadiendo departamentos hacia abajo. O sea, claramente ahí hay una norma que no estuvo bien diseñada. La norma tiene que perfeccionarse.

Así también, en espacios de oficina y de alta concurrencia de público, tanto centros comerciales, cines, etcétera, se hace necesario revisar la normativa referente a elementos secundarios como los cielos falsos o sistemas de iluminación y decoración, los cuales si bien no involucran aspectos estructurales para el edificio, sí tienen relevancia en cuanto a su efecto sobre la integridad de los usuarios de esos recintos.

Hay que agradecer que el terremoto fue a las 3 de la mañana y no en horas de alta concentración en dichos lugares, porque muchos de estos elementos se desprendieron. Hay elementos que se pueden desprender y hay que dictar normas técnicas al respecto.

Por último, y en referencia a los edificios públicos, especialmente aquellos necesarios para eventuales catástrofes, como hospitales, establecimientos educacionales, aeropuertos, instalaciones de Carabineros y Bomberos, se hace imprescindible elevar los estándares constructivos generales, tanto por su rol protagónico en emergencias como por el alto número de personas que albergan.

Es bueno que se sepa que en la construcción de edificios privados hay una revisión de cálculo estructural por un calculista distinto del calculista del edificio.

En el caso de una construcción pública, los revisores estructurales son de la misma institución pública.

Entonces, ahí se puede perfeccionar la norma entregando un control adicional; además, las edificaciones que atienden público o masivamente albergan público deberían tener unos coeficientes superiores a los demás, como ocurre prácticamente en todas las partes del mundo.

Un especialista norteamericano que vino, dijo que las escuelas deberían ser el lugar más seguro, porque es el lugar de albergues.

Cuando viene una catástrofe, lo propio es que en las escuelas se recoja mucha gente. Y si las escuelas están colapsadas, no hay lugar para albergar, que es lo que pasó ahora. Colapsaron las edificaciones domiciliarias, pero también las escuelas.

Claramente, otro de los aspectos perfectibles tiene que ver con los instrumentos de planificación territorial y su vinculación con las catástrofes. Por ejemplo, la necesidad de incluir en la zona urbana costera

estrategias de mitigación o barreras disipadoras de maremotos, junto a la definición clara de vías de evacuación.

También parece necesaria la definición de zonas de riesgo o de restricción vinculadas a estas catástrofes, sobre todo para usos particulares como las edificaciones públicas y de emergencia, los cuales no pueden quedar anegados en situaciones catastróficas.

Incorporar estas tecnologías y modificaciones normativas significa un costo acotado y un beneficio muy alto.

Acá hay una frontera bastante compleja en generar zonas de riesgo en zonas que antes eran permitidas de construcción por todo el daño patrimonial que significa a una multitud de pequeños propietarios.

El Estado debe expropiar cuando ya esa zona es manifiestamente zona de riesgo y la persona no sólo le pasó un terremoto y se le cayó la vivienda o el negocio, sino que además su terreno ahora no vale nada. Es un doble terremoto, por decirlo de alguna manera, para esa persona.

Siendo así, tendrá que haber alguna disposición del Estado que por último expropie el terreno para que quede como territorio público, para parque o defensa costera o lo que sea, pero que ese pequeño propietario no tenga un segundo terremoto.

El Presidente de la Cámara Chilena de la Construcción, don Lorenzo Constans, señaló que es importante que el país cuente con una red sismológica que permita detectar rápidamente su ocurrencia y brinde una información apropiada y oportuna. En ese sentido, es vital implementar una red de acelerógrafos, porque si bien implicará un costo adicional, permitirá tener información acerca de cómo se comporta el terreno ante sismos de esta magnitud, lo cual trae como consecuencia que las normas no sean rígidas, sino que se vayan incorporando las experiencias que se produzcan en estos laboratorios reales que son los sismos.

Asimismo, es importante contar con convenios internacionales para la instrumentación del país. Las visitas extranjeras que han venido a estudiar el comportamiento de este terremoto podrían hacer un aporte para que se pueda implementar esa red de instrumentos que permita contar con información no sólo para Chile, sino para otros países, transmitiendo así experiencias que podrían ser consideradas en otras naciones, particularmente al establecer sus normas.

Otra recomendación bastante razonable es incorporar cartas geológicas y de inundación en la planificación territorial, dado que hubo zonas que se vieron bastante afectadas por el tsunami.

Es también necesario demarcar las zonas susceptibles de inundación en las ciudades, así como diseñar y difundir planes de alerta y de evacuación temprana, pues no sólo se necesita trabajar en las normas, sino también con la conducta de las personas.

Se trabajó en Caleta Tumbes, en la que había un molo y una serie de casas paralelas a él, a las cuales no les pasó nada con el terremoto, pero las botó la ola del maremoto. Caminar por sus calles era impresionante, al igual que hacerlo por Talcahuano, donde se podía ver una goleta varada, cuya altura es similar a la de una casa de tres pisos.

Es importante difundir planes de alerta y de evacuación temprana, especialmente en los colegios. Si bien cuando no se tiene cercanía se pierde el entusiasmo, es un trabajo que se debe hacer de manera permanente, al igual que capacitar a los habitantes de una localidad para enfrentar estos desastres naturales. En caleta Tumbes una persona que había nacido ahí, mayor de 50 años, recordaba que para el terremoto de 1960 sus padres lo llevaron a un cerro que estaba al lado, sin pensar nada, sólo por una reacción instantánea. Eso se debe convertir en un hábito, y es bueno transmitirlo.

Respecto de los suelos, se debe contar con mapas geológicos que indiquen cuál es la característica en el ámbito fundamental y en grandes extensiones de los terrenos. Lo mismo debe ocurrir en el caso de la norma 433, particularmente en el tipo de suelos y parámetros de corrección. Es necesario incorporar el estudio de mecánica de suelos para otorgar los permisos de edificación. Si bien es cierto que prácticamente todos los edificios lo tienen, es una muy buena recomendación incorporar ese estudio, porque en terrenos muy cercanos a veces los efectos no son los mismos, no obstante que pueden estar uno al lado del otro.

También se debería incorporar como obligatoria la norma N° 1.508, que se refiere a geotécnica y mecánica de suelos.

En cuanto al diseño arquitectónico, es recomendable maximizar la cantidad de muros que lleguen a las fundaciones. Sin embargo, esto no debe limitar la creatividad en el diseño. A los arquitectos hay que reconocerles su gran capacidad creativa, pero está claro que mientras más complejo sea el diseño, más coordinación se requiere, más revisión se necesita. Por eso, es importante que en el inicio participen todos los actores. No sólo en el diseño, sino que hay edificios que requieren de una coordinación mucho más rigurosa para asegurar una buena conducta ante estas solicitudes, que son bastante inesperadas.

También se recomienda incluir en la carrera de arquitectura una cátedra sobre estructuras, aunque muchas universidades ya la tienen.

Ahora, respecto de los proyectos estructurales, la Cámara piensa que habría que promover una mayor cantidad de detalles, puesto que los empresarios se han puesto ahorrrativos, particularmente en las zonas más complicadas: refuerzos de pasadas, confinamientos, estribos. Fernando Yáñez contaba que ya en 1933 había una recomendación en este sentido, por lo que es bueno cumplir con los estribos, con los ángulos. Es conveniente que la actividad en su conjunto tenga mayor precaución tanto por el plano de los detalles como por los elementos estructurales.

Lo mismo debe suceder con los anclajes, como el aire acondicionado, los termos y otros elementos que requieren anclajes, que deben ser revisados por el ingeniero estructural.

Asimismo, se recomienda incorporar en el proyecto el diseño de los elementos no estructurales y la revisión del diseño por un tercero, porque así se evita cometer errores. La revisión externa es una muy buena decisión.

Con respecto a la construcción, debe haber una responsabilidad profesional que involucre a todos los actores que participan en la construcción. Puede haber un error en el inicio como también en la ejecución. El Instituto de la Construcción, en el que participan organizaciones públicas y la Cámara Chilena de la Construcción, ha hecho propia esta recomendación.

Otra recomendación es que haya un seguro profesional para los ingenieros constructores, que son los profesionales que participan directamente en la ejecución de un proyecto.

El Presidente del Comité de Leyes y Ordenanzas del Colegio de Arquitectos, don Wilson Tapia, recomendó crear inspecciones técnicas independientes del mandante y de las instituciones, que constituyan un cuerpo colegiado organizado por los ministerios de Vivienda y Urbanismo y de Obras Públicas, en el cual se inscriba la gente especializada en materia de calidad de la construcción, como inspectores técnicos, constructores o ingenieros, cuerpo de inspectores que debe ser obligatorio de cumplir, de acuerdo con las distintas categorías. Habrá inspectores de primera categoría, para edificios de más de diez pisos, de segunda y hasta de cuarta categoría, que pueden ser maestros con acreditación, pero independientes del mandante y del ministerio. Ese cuerpo es lo que se requiere de manera urgente, porque ese inspector, con el conocimiento que tiene, puede darse cuenta, por ejemplo, si el constructor puso menos fierro que el indicado.

El Vicepresidente de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Tomás Guendelman, indicó que se requiere de una nueva filosofía de diseño. La filosofía amparada sólo en la protección de la vida no es suficiente. Se requiere un comportamiento tal que evite la inhabitabilidad, porque la gente que se ha quedado sin vivienda está pagando un precio muy elevado. Una familia con 10 hijos, sólo con un hijo enfermo trastorna a la familia. Sin embargo, desde el punto de vista de salud pública, todo anda bien si hay un enfermo de diez. Esto es algo que debe ser remediado a nivel de Gobierno más que a nivel de técnicos.

Se deben reforzar las exigencias del debido cumplimiento de normas; reforzar las exigencias de la debida revisión del proyecto de cálculo; reconsiderar la validez de los métodos de análisis, porque hoy son distintos, se puede incorporar disipación de energía y aislación, que son elementos distintos al terremoto; reforzar las disposiciones de diseño y sujeción de elementos no estructurales, incentivar el uso del sistema de disipación de energía, revisión del espectro, pues hay tres normas oficiales en el país y tienen tres espectros distintos, como si los terremotos preguntaran a la estructura cuál quiere. El terremoto es el terremoto y la estructura debe acomodarse a ello de acuerdo a sus normas específicas; pero la demanda que ejerce un terremoto es siempre la misma. Desde ese punto de vista, el señor Rodolfo Saragoni, destacado profesor de la Universidad de Chile, sugiere que haya dos espectros de diseño, uno para un sismo cercano y otro para uno lejano, porque tienen efectos sobre estructuras altas o bajas. Y en este caso hemos visto que las grandes estructuras, los megaproyectos, no han tenido ningún daño y la razón es que la filtración de frecuencias altas, cuando se trata de un sismo lejano, origina que los edificios, en el rango de hasta 20 ó 25 pisos sean mucho más expuestos que las estructuras muy bajas o muy altas.

Asimismo, se requiere de exigencia de estudios de mecánica de suelo propios del emplazamiento de cada proyecto. No se puede decir que se hizo un edificio a lado con un estudio de mecánica de suelo, y esto es prácticamente igual. El suelo es tremendamente heterogéneo y la economía que se logra por evitarse un estudio especializado se traduce en que el expediente de un proyecto sea incompleto y haga referencia a otros proyectos, y en una economía mal pensada. Porque no se está dando lugar a la casualidad, al hecho fortuito de que un terreno heterogéneo se manifieste entre un metro y otro metro de distancia.

Es necesaria la exigencia de confinamiento en cabeza de muro, aunque aún es discutible cómo se va a llevar a cabo. La norma chilena, amparada en una norma antigua respecto del hormigón, fue reemplazada por las disposiciones americanas ACI 318. Y a la fecha, por lo menos, no se exigía

confinamiento de cabeza de muro ni ningún elemento que evitara la falla por compresión.

Finalmente, se debe tener en cuenta que los materiales se comportan diferentes para cargas de larga duración, por ejemplo, una carga como el peso propio que actúa durante toda la vida de la estructura y cargas de corta duración que son aquellas que tienen un origen de carácter dinámico, como un sismo. Para eso, piensen en que si aprietan lentamente una jeringa logran vaciar completamente su contenido, pero si tratan de hacerlo violentamente, actúa como un chuzo, se opone. Es decir, la velocidad con que se aplique la carga se traduce en una mayor resistencia del elemento, lo que se observa en los módulos elásticos.

Por último, en cuanto a los efectos en el diseño, hay que definir en forma detallada los espacios y cargas habituales, considerar el sistema y secuencias constructivas, el peso propio no se agrega a la estructura después que está construida, va incorporándose en la medida en que la vamos construyendo.

Respecto al conocimiento oportuno de futuros proyectos, hay fenómenos de compensaciones, como empujes de tierra en uno y otro lado. Pero si en el futuro se hace una excavación para hacer, por ejemplo, un paso bajo nivel, se elimina la tierra en un lado, pero el empuje queda descompensado desde el otro. Este es un detalle completo que termina en restar vulnerabilidad a los elementos secundarios, de manera que la Inspección Técnica de Obra, ITO, debe ser un aspecto obligatorio de la normativa.

El Past President de la Asociación de Ingenieros Estructurales de Chile, don Rodrigo Mujica, explicó que en el fondo la norma es un resumen del estado del arte de la ciencia, que aprende de los mismos terremotos. No hay otra forma de aprender. Pero no por dos casos se va a tomar medidas alarmistas y llegar y prohibir los edificios de más de 15 pisos o impedir que se construya con adobe o en el borde costero. Todo debe normarse en la forma debida.

Para construir con adobe hay que hacerlo con una persona que sepa usar bien ese material y es mucho más caro que construir en hormigón armado.

Un muro de 80 centímetros de espesor, hecho con la debida paja, por un maestro experto, que sepa, cuesta más caro.

Las municipalidades, hasta cerca de los años 80, no sólo revisaban la estructura, sino que además tenían inspectores que iban a las obras y veían la calidad del hormigón, pero eso se suprimió. Hoy es sólo responsabilidad de la empresa.

La municipalidad no tiene ninguna injerencia en la revisión de estructuras. Ella depende del revisor estructural debidamente inscrito en el registro que lleva el Instituto de la Construcción, por encargo especial del Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Suele suceder que el ciudadano cree que la municipalidad tiene total responsabilidad, y que junto con dar el permiso, debe hacer una revisión de la calidad.

Se debería crear normas que consideren las distintas condiciones del borde costero y la altura de la ola esperada. Incluso, esta norma podría prohibir algunas ubicaciones para la carga. En algunos casos específicos podría prohibirlo, pero depende de una norma que considere todas las condiciones de cada lugar. Tal como existe una norma sísmica, que exista una norma de carga. Pero no prohibir.

La supervisión de las obras por entes públicos está obsoleta. Eso funcionó muy bien hasta la década de 1950, porque eran muchas menos obras y las municipalidades disponían de profesionales aptos.

Actualmente sería inoperante y completamente deficiente. Deben buscarse soluciones en el ámbito privado; hay buenas empresas que lo hacen.

Ahora, si es obligatorio o no, es materia de discusión; si debe ser independiente de la empresa o puede depender de ella, es un tema de amplia discusión. Pero debe ir por esa línea y, por supuesto, debe haber inspección.

El control de la ejecución de la obra no está normado. Eso es un déficit que sería muy bueno abordar. En ese sentido, la asociación tiene una proposición de las ideas fundamentales, la que hicimos llegar al Ministerio. Hoy en día, las inspecciones técnicas no ven mucho la obra gruesa, y como no tienen normas, se dedican a lo que luce y a lo que le pide el cliente. Y para bajar costos, han reducido la inspección sobre la obra gruesa. Ese es otro déficit que hay que normar.

El suspender los permisos por un año es totalmente exagerado. No hay razón para ello. Deben actualizarse las normas y construirse de nuevo, porque si ese comportamiento hubiera sido muy malo, significaría que todo lo que se ha hecho hasta hoy habría que demolerlo o reforzarlo, y no creo que ese sea el caso. Entonces, si tres o cuatro meses se van a seguir construyendo los mismos edificios -aunque obviamente los ingenieros estructurales ya han tomado nota y están mejorándolo por nuestra cuenta, sin que haya norma-, suspender todo, por un año, es una exageración que no tiene sentido.

El ingeniero estructural, profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Gilberto Leiva, opinó que la actual normativa debe cambiar. Y el Estado debe facilitar que ello ocurra.

Después del sismo de 1985 se cambió la norma anterior, que era de 1972, pero ese proceso tardó 11 años en completarse. Básicamente, estuvo en manos de gente de universidades y de la industria que daba su tiempo libre para trabajar en ello. Eso ahora no se puede repetir. Hay una serie de iniciativas de organismos que están trabajando para cambiar la norma, pero falta un impulso a nivel central que ponga recursos, que trate de responder las preguntas que surgieron para incorporar en la nueva norma. Evidentemente, esto no debería demorar 11 años, como ocurrió anteriormente. Ojalá ya hubiese una norma de emergencia para trabajar.

Ahora bien, el problema más general es la carencia de normativa propia. La norma N° 433 fija los niveles de acción sísmica, o sea, determina cuál es el requerimiento sísmico que se debe usar para diseñar las estructuras. Después, hay que utilizar la norma específica de los tipos estructurales para diseñar, es decir, una norma para edificios de hormigón armado, una para edificios de albañilería, otra para edificios de acero, etcétera. En Chile no se contaba con una norma de edificios de hormigón armado y la que había estaba obsoleta y declarada fuera de uso. Entonces, la norma N° 433, sobre diseño sísmico, establecía que mientras no hubiera norma propia en Chile se debía usar la norma norteamericana. Y decía explícitamente que un acápite sobre un detalle especial no era necesario usarlo en Chile, porque los edificios no lo requerían.

En 1997 se aprobó en el país la norma N° 430, que es específica para edificios de hormigón armado, la que señala que lo que vale es la norma norteamericana, excepto en un par de detalles. Se trata de una norma muy pequeña, de dos o tres páginas, en la cual, por no mencionarlo, quedó establecido lo que hasta ese minuto no era obligatorio,

de manera que el único cambio que hubo fue el referido a un detalle de refuerzo de fierro. Desafortunadamente, ese detalle es el que explica muchas fallas en los edificios. Hasta ese momento, muchos trabajos internacionales, elaborados por expertos a nivel mundial de primer nivel, planteaban que en Chile no era necesario aplicar ese detalle.

Recomienda que haya mayores exigencias en la calidad de los profesionales. Actualmente, cualquier egresado de cualquier universidad tiene todas las atribuciones para resolver o diseñar cualquier obra, que es lo que permite la ley chilena. Es difícil pensar que un estudiante que recién ha terminado la universidad pueda ser capaz de hacerse cargo de un proyecto de envergadura, como un edificio alto u obras de infraestructura. En otros países el ejercicio profesional está más regulado. Es decir, sólo tienen acceso a esa responsabilidad quienes han demostrado experiencia, estudios y cierta capacidad. Aquí basta con haber terminado la universidad y los derechos son de por vida.

Por otra parte, hay una fuerte tendencia a acortar las carreras universitarias en aras de una supuesta eficiencia, pero ello va en desmedro de la responsabilidad, pues cuando se juega con vidas humanas no se puede pensar en acortar las carreras; simplemente es un tema de eficiencia y se refleja en los resultados que vienen después. El problema abarca todos los ámbitos, y es a nivel nacional. Se debe trabajar mucho.

El ingeniero civil, doctorado en hidráulica costera, en ingeniería costera y profesor de la Universidad Técnica Federico Santa María, don Patricio Catalán, explicó que no fue un maremoto grande. Mucho se ha dicho respecto de las alturas del oleaje, pero pese a la magnitud del terremoto, a su intensidad, los tsunamistas en el mundo todavía están relativamente sorprendidos con lo ocurrido, porque las alturas de las olas que se obtuvieron no fueron muy grandes.

No hay una respuesta clara, pero se debe incorporar, a nivel de evaluación o de diseño sísmico, algún tipo de sollicitaciones que la estructura sea capaz de resistir. A lo mejor, se tiene que incorporar el análisis sobre oleajes y condiciones extremas, pero obviamente que eso encarecerá los estudios y las obras.

Este maremoto se está estudiando con bastante detalle, ya que se da un hecho bastante particular y es que es uno de los primeros terremotos que está muy bien documentado desde el punto de vista geodésico, lo que permite tener un buen entendimiento respecto de cómo fue el proceso de ruptura.

Cuando se produce el terremoto todo el estrés genera normalmente un movimiento en el fondo, la subducción. Y cuando se libera la energía, se produce un salto, que es lo que explica que, de alguna manera, se produzca la subsidencia. Y ese salto empuja masas de agua en forma vertical. Ése es el procedimiento del terremoto. Al ser submarino, genera levantamiento de agua y ocasiona esta onda que conocemos como maremoto.

El proceso de ruptura no fue uniforme. Es decir, el terremoto se inició cerca de Cobquecura y evolucionó durante los siguientes dos minutos. Se produjo un nuevo salto cerca de Pichilemu. De hecho, se estima que el levantamiento del fondo marino en la zona de Pichilemu fue superior al de la zona sur.

Hubo una ola que vino del sur y otra del norte. Al parecer la más destructiva fue la del norte que, en primera instancia, se cree se originó en Pichilemu.

El hecho de que se genere una ola y que se comience a propagar de sur a norte no habla de una ola en el sentido tradicional, que llega de frente, sino de una que se comienza a propagar con una cierta dirección.

Existen ciertas localidades que están orientadas de manera distinta, lo que les permitió quedar a la sombra de esa ola, otras, en cambio, quedaron más expuestas, porque están orientadas directamente hacia el norte.

Las localidades orientadas hacia el norte se vieron muchísimo más afectadas, porque se encontraron de frente con la ola que se venía propagando desde el norte.

A eso hay que agregar que el fenómeno es altamente complejo por la interacción con el fondo. El maremoto es un fenómeno de manifestación superficial, pero su vida depende de cómo es el fondo marino. Está el caso de las bahías y otros en los cuales la plataforma continental es mucho más angosta y permite que la ola se propague con características distintas a como lo haría, por ejemplo, cerca de Valparaíso.

Eso es altamente local, varía de localidad en localidad. Por lo tanto, en principio no se puede esperar que el daño o el efecto sea uniforme a lo largo de la costa, porque ésta es altamente variable. De hecho, la gente se pregunta por qué Valparaíso se salvó del maremoto, por qué no pasó nada. Bueno, resulta que Viña del Mar y Valparaíso tienen un desnivel normal: siempre debemos bajar hacia la playa alrededor de cuatro o cinco metros. La ola que hemos estimado no tenía una amplitud mayor a dos metros, así es que se confundió con una marea común y corriente. Por eso pasó inadvertida. Sin embargo, el maremoto también pasó por acá, pero no tuvo un efecto visible.

En otras zonas la presencia de bahías, por ejemplo, puede haber hecho que el efecto del maremoto, que es energía que se propaga, se canalizara -es como un eco- y haya tenido una manifestación mayor.

Eso explica la variabilidad entre diversos puntos. Evidentemente, es algo que hay que estudiar y ser capaces de modelar a nivel nacional y local. No se puede extrapolar lo que pasó en Concepción a lo que podría ocurrir en Valparaíso.

Hay gente que propone eliminar las dunas, porque molestan la visión hacia el mar y provocan la pérdida del valor de los terrenos costeros, pero esas dunas los protegieron.

Los procesos morfológicos costeros no están siendo bien entendidos ni incorporados en los análisis y se necesita un manejo de macroescala.

El Director del Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Estructuras y Materiales (IDIEM), don Fernando Yáñez, señaló que es indispensable una inspección técnica competente, puesto que, como se percibe en el ambiente, por decirlo de alguna manera, el sistema de inspección técnica no está funcionando bien.

Hay que favorecer una arquitectura sísmica que evite las singularidades. La arquitectura chilena tiene la gran oportunidad de salir frente al mundo con la característica de ser sísmicamente apta. En Chile hay muchos

edificios de una gran belleza que se han comportado estupendamente bien en términos estructurales. Están todas las bases para que los arquitectos recojan lo que funcionó bien y abandonen lo que funcionó mal. Además, es decisivo resolver correctamente los estacionamientos.

No se debe fomentar el uso de adobe en viviendas.

Las normas están relativamente bien calibradas, pero tienen algunos pequeños problemas que es necesario corregir. La comunidad ha venido trabajando junto con el INE desde hace tiempo. Este terremoto no pilló en el aire a la comunidad de ingeniería, pues tenía varias cosas muy avanzadas, al punto de que en 2008 se había corregido ese problema.

Las singularidades en un país no sísmico no constituyen problema. Sin embargo, en un país sísmico, hay que evitarlas, lo que significa, de alguna manera, penalizar, como ocurre con las normas americanas.

El Jefe de Desarrollo Urbano de la I. Municipalidad de Ñuñoa, don Alberto Harrington, consideró que debería aumentarse el umbral de resistencia sísmica. “Soy ingeniero calculista y tengo entendido que dicho umbral se calcula para un terremoto máximo de 8 grados Richter, pero en los últimos 25 años se han registrado sismos de más grados, como el de Valdivia, que fue de más de 9 grados, y el del 27 de febrero recién pasado, que fue de 8,8 grados en la zona del epicentro y de 8,3 grados en Santiago.”

La ley de calidad de la construcción establece que la responsabilidad de las inmobiliarias por las terminaciones de los edificios dura tres años; por los daños constructivos, cinco años, y por los daños estructurales, diez años. Pero en Chile hay megaterremotos cada 25 años. Entonces la gente pregunta cómo las municipalidades, fundamentalmente las direcciones de obras, aceptan que se responda sólo por diez años, si hay megasismos cada 25 años. Hay terremotos sistemáticamente, cada 5, 10, 15 20, 25 años. Y eso va dependiendo del umbral.

También la gente pregunta por qué, si ellos compran un departamento a veinte años, la inmobiliaria responde sólo durante diez años por la estructura. Ello debería revisarse.

Las municipalidades requieren más profesionales. Incluso Ñuñoa que no es una comuna pobre. Hasta una semana antes de participar en la Comisión, la Municipalidad tenía un ingeniero civil estructural de la Universidad Andrés Bello, con un sueldo de 520 mil pesos mensuales y se fue a Salta con un sueldo de un millón y medio de pesos mensuales.

Hay rotación de profesionales y no hay los suficientes para que la Dirección de Obras fiscalice de mejor manera y dé alguna seguridad a la comunidad.

La Directora de Obras de la I. Municipalidad de Valparaíso, doña Adriana Germain, expresó que se necesita un estudio de riesgo sísmico de nivel nacional, pero los municipios carecen de recursos para hacerlo.

El plan regulador, en este momento, es tremendamente caro y demoran mucho tiempo los trámites. Por eso, generalmente, quedan desfasados respecto de sus objetivos. Por supuesto, este tipo de estudios lo encarecería más.

Por lo tanto, sería interesante, como planteamiento, que el Estado proporcione la información base necesaria, cosa que no sólo sucede

respecto de los riesgos sísmicos, sino en muchos otros tipos de riesgo, como aluviones. De tsunamis no se sabe nada.

El Alcalde de la I. Municipalidad de Talca, don Juan Castro, sugirió elevar las exigencias y normativas para el cálculo estructural en los edificios de altura media, destinados a viviendas sociales, y flexibilizar las normas de intervención y restauración de edificios patrimoniales, a fin de evitar que se transformen en enclaves insalubres, para lo cual es muy importante legislar al respecto, porque cuando se trata de monumentos nacionales no se puede restaurar.

V.- CONSIDERACIONES Y CONCLUSIONES APROBADAS POR UNANIMIDAD DE LOS DIPUTADOS PARTICIPANTES EN LA VOTACIÓN.

Votaron a favor los Diputados señores René Manuel García García (Presidente), Sergio Bobadilla Muñoz, Carlos Abel Jarpa Wevar y Juan Lobos Krause.

1.- Solicitar al Supremo Gobierno:

a.- La creación de mecanismos que permitan la disposición de recursos económicos para crear un fondo de emergencia que haga frente a los daños causados por eventos catastróficos, sea terremoto o maremoto, suplementando, desde ya, el presupuesto de las instituciones del Estado que actúan frente a estos eventos, tales como las municipalidades, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, del Interior, de Obras Públicas y la Oficina Nacional de Emergencia, entre otras.

b.- La implementación de personal técnico, así como de especialistas, para que desarrollen en el país, los estudios necesarios para proveer los estándares técnicos que permitan una adecuada prevención ante riesgos de la naturaleza.

c.- La creación de una institucionalidad específica cuya función sea la inclusión de estos estándares en las normas y legislación vigentes así como una adecuada difusión a la población de su existencia y alcances.

d.- Un proceso de investigación y promulgación consecuente de las normas necesarias en aquellos aspectos que se ha detectado su carencia. (Normas para puentes, carreteras, pasos sobre nivel, sistemas de agua potable etc.)

e.- La actualización de las normas técnicas chilenas actualmente vigentes a la luz de las enseñanzas que dejó el reciente sismo en aspectos como el efecto "piso blando" en el caso de las construcciones, normas para puentes, carreteras o pasos sobre nivel o en elementos no estructurales como cielos, tabiques, sujeción de instalaciones, entre otros temas.

2.- Solicitar, en especial, al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), en relación con el establecimiento de responsabilidades cuando se producen fallas o defectos de edificación, la definición exacta de estos términos en la OGUC (Ordenanza General de Urbanismo y Construcción) y la definición de las responsabilidades que le caben a cada uno de los profesionales involucrados en el proceso de diseño, cálculo y construcción de un proyecto, especialmente de aquéllos en que no está claramente especificada como en el caso del Revisor de Cálculo Estructural.

a.- Asegurar, por la vía reglamentaria, una forma de selección de los revisores de cálculo estructural que impida que éstos puedan ser seleccionados por el propietario para la revisión de sus propios proyectos. La selección de los revisores podría hacerse a partir de quinas o sorteos o formulas aleatorias en base al listado de quienes están inscritos en el registro de revisores de cálculo estructural.

Se estima indispensable corregir la anomalía reglamentaria que permite que hoy día un propietario que solicita permiso de construcción esté autorizado para contratar a los profesionales que elaboran el proyecto de cálculo estructural y a la vez, el mismo propietario elige, contrata y paga, al revisor del proyecto. Es decir el propietario selecciona quien diseña la estructura de su construcción y también elige a quién se la revisa.

Esta situación desvirtúa la ley 19.748 (23 agosto 2001) que estableció el principio general que las obras de edificación deberán contar con un "Tercero independiente del profesional u oficina" que haya realizado el proyecto. La ley estableció lo que se llama un par revisor, una segunda mirada independiente para juzgar el proyecto de estructuras. Actualmente el propietario selecciona a ambos profesionales, él escoge a quién diseña el proyecto de cálculo y a quién le revisa el proyecto de cálculo.

Independiente del juicio respetuoso que esta Comisión tiene por la honestidad, seriedad y buen cumplimiento de los profesionales y calculistas en Chile, le parece una sana práctica prohibir que el propietario pueda elegir a quién inspecciona y juzga el proyecto de su construcción. La Comisión desea resguardar la correcta ejecución de las revisiones e inspecciones de todo tipo.

b.- Revisar los plazos de prescripción establecidos en el artículo 18 de la ley General de Urbanismo y Construcciones (decreto N° 458), en el sentido de ampliarlos, en especial en caso de falla o daño estructural por incumplimiento de normas de construcción, permitiendo que el propietario pueda ejercer la acción dentro de un plazo superior al señalado, contado desde el momento en que se advierta el daño, siempre que éste sea preexistente con la fecha de recepción definitiva de la obra.

Se considera que todo comprador de un inmueble debe tener la posibilidad de reclamar judicialmente cuando la obra de construcción ha sido mal ejecutada por fallas en los diseños de los proyectos en su concepción, en las reglas del arte de construcción, por incumplimiento de las instrucciones de los proyectos al momento de construir.

La Comisión estima que cuando se aprobó la ley de la calidad de la vivienda, los plazos que se establecieron para reclamar judicialmente se hicieron considerando los tiempos que el usuario requería para detectar las fallas del bien adquirido y que le sería posible descubrir en el proceso de uso. Por eso es que se establecieron tiempos distintos para terminaciones, instalaciones, y estructura.

Para la detección de las fallas estructurales por parte del usuario comprador se estimó en 10 años. Jamás se supuso ni interpretó, ni se expresó en los fundamentos del proyecto, ni en el debate, que el usuario comprador sería el responsable de detectar vicios ocultos, insuficiencias en los tamaños de las enfierraduras, de los incumplimientos del proyecto estructural, de las insuficiencias en las dosificaciones de hormigón, las alteraciones en obra de la razón agua-cemento por nombrar sólo algunas de la enorme cantidad de aspectos que el usuario del inmueble jamás podía descubrir por cuenta propia en los 10 años establecidos por la ley, ni en ningún otro periodo de tiempo, pues dichas fallas sólo

aparecerán cuando la construcción sea sometida a un esfuerzo especial externo, como por ejemplo un sismo.

c.- Modificar la ley N° 19.748, que implementó la figura de los revisores estructurales, tendientes a perfeccionar el sistema mediante la inclusión obligatoria en la recepción de las obras de un certificado de visación del revisor de cálculo estructural –respecto de su conformidad con la ejecución de la obra- y -por otra- la creación de un sistema de certificación de la dupla revisor de cálculo/ calculista, que asegure la imparcialidad de este proceso.

d.- Perfeccionar la calidad y detalle de los proyectos y planimetría de construcción y cálculo. Implementar una modificación en la OGUC en que se incluyan mayores exigencias a la calidad y detalles de los planos, distinguiéndose aquéllos cuyo fin es dar cuenta de la obra de arquitectura de aquéllos necesarios tanto en el proceso de cálculo como en el proceso constructivo. Consignar la suficiente información que permita dar cuenta acabada del proyecto, con el fin de que la implementación de un proceso de inspección técnica y fiscalización de ellos, cuente con la información para ejercer esta tarea.

e.- Dado la existencia de zonas de riesgo (inundaciones por tsunamis, fallas geológicas, remociones en masa etc.) en nuestro territorio, la inclusión de exigencias en el Permiso de Edificación, de una evaluación de los riesgos posibles a los que se encuentran sometidos las edificaciones y/o infraestructuras propuestas, con el objeto de promover la adopción de medidas cuya finalidad sea el cuidado de la vida y del patrimonio de las personas.

f.- Implementar un sistema de Inspección Técnica externa, durante el proceso de construcción de las obras, cuyo objetivo sea certificar la calidad de los materiales, de los procesos constructivos y el cumplimiento estricto de las especificaciones y planimetrías de la obra.

g.- Implantar un proceso de fortalecimiento del rol revisor de las Direcciones de Obras en término de implementar facultades que les permitan exigir el cumplimiento de estándares técnicos de los proyectos así como la calidad de ellos. Para esto se constata que es necesario solicitar tanto el estudio de las facultades con que ellas cuentan para esta tarea como la existencia de personal idóneo y suficiente para asumirlas.

h.- Incluir en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) la norma Nch 1508c 2008 sobre mecánicas de suelo y la exigencia obligatoria de los estudios de mecánica de suelo para la obtención de un Permiso de Edificación. Se estimo que fueron causantes de una parte de los daños, las condiciones de los suelos, ya sea porque no se realizaron los estudios adecuados, o por la existencia de fenómenos específicos como fallas geológicas que no fueron adecuadamente consideradas en el proceso de cálculo y/o edificación.

i.- Crear nuevos estándares y regulaciones que aumenten la seguridad de la edificación nacional. Esta experiencia da cuenta de la necesidad de que un país como Chile sometidos a distintos riesgos naturales, cuente con una adecuada red de profesionales y estaciones de medición que registre la información de los distintos riesgos naturales a los que está sometido nuestro territorio para crear mecanismo tanto de prevención como de estándares de calidad, por esta razón existe concordancia de la necesidad de solicitar al Estado la implementación de recurso y medios para que esta tarea sea llevada adelante.

j.- Generar estándares adicionales para aquellas edificaciones cuyo funcionamiento es vital en caso de desastre como por ejemplo los hospitales, entendiendo que el objetivo de las normas sismorresistentes es

asegurar que las personas puedan salvaguardar su vida y la edificación no colapse. En dichos casos la utilización de tecnología especial como los disipadores sísmicos debería ser promovida y financiada. Para esto se cree necesario solicitar al MINVU como al Ministerio de Obras Públicas (MOP) la revisión de los estándares y exigencias para este tipo de edificaciones.

k.- Modificar la OGUC, para incluir de manera obligatoria en la elaboración de estos instrumentos de planificación territorial todos los riesgos naturales a los que está sometido en territorio. En el caso de los planes reguladores, estos no fueron un factor de protección de la población frente a los efectos, especialmente de aquellos derivados del terremoto. En este mismo sentido se solicitara a la autoridad que instruya por una parte al Servicio Hidrográfico de la Armada (SHOA) la elaboración de cartas y planos de inundación de todas las localidades costeras y por otra al Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) la elaboración de las cartas de microzonificación sísmica y de otros riesgos geológicos a los que se encuentren expuestos los territorios.

l.- Poner a disposición de los municipios para su inclusión en los instrumentos de regulación, esta información base, señalada en el punto anterior. Esto implicaría la evaluación de distintas categorías de riesgo, permitiendo la utilización de aquellos territorios en que el riesgo sea controlable y la prohibición en aquellos que no lo son. Además sugirió su vinculación a la ejecución de proyectos, de manera que estos adopten las medidas de mitigación necesarias para asegurar la vida de las personas que los utilicen.

m.- Excluir el emplazamiento en zonas de riesgo de infraestructura de carácter vital ante una emergencia como hospitales escuelas, etc., como asimismo consideraciones similares para la instalación de redes de suministro vitales.

3.- Implementar seguros que cubran tanto las obras privadas como públicas. Aún cuando lo resultados del terremoto y el maremoto dan cuenta de un adecuado comportamiento de la edificación general, los daños representan para quienes lo sufrieron un alto costo económico (público o privados) En este sentido se propuso solicitar al Estado la implementación de medidas de promoción de seguros en el ámbito habitacional mediante mecanismos que promuevan su utilización como subsidios parciales. Por otra parte se hace necesario estudiar la factibilidad de que el Estado implemente la contratación de seguros para las obras de infraestructura estatal, lo podría ser una alternativa adecuada ante la realidad sísmica y de riesgos que presenta el territorio nacional.

En caso de adquisición de viviendas mediante crédito hipotecario, establecer mecanismos legales para que, -además de la exigencia de los seguros que cubren el saldo insoluto de los referidos créditos-, los compradores puedan acceder a seguros complementarios de incendios, terremotos u otros similares respecto de sus propiedades, en que se cubra en forma íntegra los daños ocasionados al inmueble.

4.- Solicitar al Ministerio de Educación la implementación obligatoria en las carreras del área de la construcción, de conocimientos acabados respecto de las solicitudes y exigencias sísmicas a las que se encuentra sometido el territorio, de manera que se eviten errores por las propuestas de proyectos no adecuados a la realidad nacional.

En este mismo sentido, con el propósito de asegurar la calidad de las edificaciones, y la experiencia de los profesionales participantes, crear registros profesionales en que se vincule la magnitud de las obras a ejecutar con la experiencia en terreno disponible (mecanismo similar a las categorías de revisores de cálculo estructural actualmente vigentes).

5.- Requerir tanto al Ministerio de Vivienda y Urbanismo como al Ministerio de Obras Públicas y otros entes estatales involucrados la creación de protocolos de revisión de los proyectos en donde el énfasis se encuentre en aspectos de calidad y seguridad de las obras. Lo anterior, porque se consideró, en relación con los sistemas de licitación de las obras, que se prioriza el costo de ellas por sobre otros criterios de calidad de las obras.

6.- Avanzar en procesos de certificación de los materiales de construcción, de manera de asegurar su calidad y comportamiento. Se plantea al Estado, la creación de una institucionalidad que se encargue de la realización de esta tarea.

7.- Solicitar al Estado la creación de técnicas que permitan la utilización segura del adobe (Técnica Constructiva) como de otras técnicas constructivas en tierra cruda. Las opiniones vertidas dan cuenta de la necesidad de hacerlo especialmente para la preservación de la construcción patrimonial y rural. Así también la realización de estudios que promuevan técnicas que aseguren la estabilidad y seguridad de las edificaciones.

8.- La Comisión considera necesario para el futuro de la construcción en Chile, que se conozca un detalle serio de todo lo que ocurrió en materia de fallas de calidad de diseño de construcción que provocaron los daños del terremoto del 2010.

Transcurridos ya 6 meses es necesario que el país conozca cuáles fueron las fallas en las construcciones construidas por privados, contratadas por el estado o por particulares, inmobiliarias, personas jurídicas o naturales. Es necesario conocer respecto a las construcciones dañadas, a los menos, lo siguiente:

1.- ¿La construcción se ejecutó cumpliendo con los planos, memorias y especificaciones técnicas?

2.- ¿El proyecto de estructura se ejecutó conforme a las obras?

3.- ¿Las fallas detectadas cumplieron sólo los resguardos que indica la legislación chilena?

4.- ¿Qué recomiendan los especialistas para evitar el daño producido?

La Comisión espera que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo entregue una ficha de las obras públicas y privadas con el detalle del origen de los daños y recomendaciones a futuro.

Se designó Diputado Informante al señor Carlos Abel Jarpa Wevar.

Tratado y acordado en sesiones de fechas 13 y 20 de abril; 05, 12 de mayo; 02, 09, 16 y 30 de junio; 14 y 28 de julio; 04 y 18 de agosto, y 01 de septiembre de 2010, con asistencia del Diputado señor René Manuel García García (Presidente); y de las Diputadas señoras Cristina Girardi Lavín, Claudia Nogueira Fernández, Marcela Sabat Fernández, Denise Pascal Allende y Mónica Zalaquett Said, y de los Diputados señores Sergio Bobadilla Muñoz, Patricio Hales Dib, Carlos Abel Jarpa Wevar, Juan Lobos Krause, Jorge Sabag Villalobos y Gonzalo Uriarte Herrera.

El Diputado Carlos Montes Cisternas reemplazó permanentemente a la Diputada señora Denise Pascal Allende.

Sala de la Comisión, a 03 de septiembre de 2010.

ROBERTO FUENTES INNOCENTI,
Abogado Secretario de la Comisión.

