

Estructuras: Proyecto de ingeniería estructural**Preámbulo**

Esta Norma Técnica MINVU se está estudiando a través del Comité Técnico constituido en el Instituto de la Construcción a solicitud de la División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional – DITEC – del Ministerio de Vivienda y Urbanismo para establecer los requisitos que debe cumplir el desempeño de un ingeniero estructural responsable de un proyecto o estudio de ingeniería estructural.

En su elaboración se tuvo en consideración tanto la experiencia chilena como la práctica internacional.

La norma Norma MINVU ha sido preparada por el Instituto de la Construcción, y en su estudio el Comité estuvo constituido por las organizaciones y personas naturales siguientes:

Presidente y Secretario Técnico Coordinación IC	Luis de la Fuente M. Carmen Abarca C.
Asociación de Ingenieros Civiles Estructurales - AICE	Fernando Yáñez U. Alfonso Larraín V. Bernardo Valdés Manuel Brunet B. Juan Lund
Cámara Chilena de la Construcción	Sergio Contreras A. Eduardo Santos M. Marcial Baeza S. Marcelo Soto Z. Adolfo Balboa M.
Colegio de Arquitectos	Rodrigo Concha P.
Colegio de Ingenieros de Chile A.G.	René Lagos C.
IEC Ingeniería S.A.	Manuel Ruz J.
MBS y Asociados Ltda.	Miguel Sandor E.
Ministerio de Vivienda y Urbanismo - DITEC	Carlos Aguirre
Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo - V Región	Rodrigo Mujica V.
RCP Ingeniería Ltda.	
René Lagos y Asociados Ingenieros Civiles Ltda.	
Ruz & Vukasovic Ingenieros Asociados Ltda.	
Sandor Ingenieros	
Universidad Técnica Federico Santa María	
VMB Ingeniería	

Estructuras: Proyecto de ingeniería estructural

	Contenido	Página
1	ALCANCE DE LA NORMA	4
2	REFERENCIAS	4
3	TERMINOLOGÍA Y DEFINICIONES	4
4	SIMBOLOGÍA	4
5	TIPIFICACIÓN DE LOS SERVICIOS	4
6	RESPONSABILIDAD EN EL DISEÑO	4
7	SERVICIOS DE INGENIERÍA EN UN PROYECTO	5
	7.1 Competencias	5
	7.2 Servicios normalmente previstos	7
	7.3 Documentos del servicio profesional	14
	7.4 Servicios de revisión para las entregas de ingeniería externa en la etapa de construcción.	17
8	REVISIÓN ESTRUCTURAL LEGAL	20
	8.1 Introducción.	20
	8.2 Propósito de la revisión estructural legal	20

NTM 004

8.3 Oportunidad de la revisión estructural legal	20
8.4 Competencias del revisor estructural legal	20
8.5 Antecedentes requeridos para la revisión estructural legal	20
8.6 Alcance de la revisión estructural legal	21
8.7 Mecánica de suelos	22
8.8 Certificación de planos	22
8.9 Trazabilidad	22
8.10 Solución de diferencias	22
9 REVISIÓN DEL DISEÑO DEL PROYECTO POR LOS PARES	23
9.1 Introducción	23
9.2 Propósito de la revisión par del diseño del proyecto	23
9.3 Oportunidad de la revisión par	23
9.4 Competencias del equipo revisor par	23
9.5 Alcance de la revisión par del diseño del proyecto	24
9.6 Resolución de diferencias	26

Estructuras: Proyecto de ingeniería estructural

1 Alcance de la norma

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el desempeño de un ingeniero estructural responsable de un proyecto o estudio de ingeniería estructural.

2 Referencias

“Recommended Guidelines for the Practice of Structural Engineering in California”, Professional Practice Committee, Structural Engineers Association of California, SEA.

3 Términos y definiciones

Para los propósitos de esta norma se aplican los términos y definiciones indicados en la NCh 179 y adicionalmente las siguientes:

3.1 acuerdo: es el documento que define el alcance de los servicios, requerimientos del servicio, términos de pago, plazo del servicio y otros ítems acordados entre el cliente y el ingeniero estructural principal. A veces también se llama contrato o encargo.

3.2 adenda: son instrucciones escritas y/o gráficas, emitidas durante el período de la licitación, las cuáles aclaran, corrigen o cambian los documentos de contrato o encargo.

3.3 alcance de los servicios: es una descripción detallada y una lista de tareas e instrumentos de servicio los cuales requieren ser provistos por el ingeniero estructural principal en un proyecto dado.

3.4 análisis de riesgo sísmico: es un estudio especial de la probabilidad de las consecuencias esperadas, resultantes de un terremoto futuro durante un período predeterminado. El estudio puede revelar el potencial de pérdida de vidas humanas y/o pérdidas económicas debido al daño de los edificios, pérdida de la funcionalidad y/o impacto socioeconómico generalizado de un evento sísmico en el área afectada. El análisis de riesgo puede incluir evaluaciones de la sismicidad regional, evaluación de los peligros geotécnicos, evaluación de los sistemas estructurales y análisis estadísticos. El alcance de un análisis de riesgo sísmico puede cubrir un solo edificio o una toda una región.

3.5 cliente: es la persona natural o entidad a la cual el ingeniero estructural principal le provee los servicios profesionales de ingeniería estructural.

- 3.6 componentes no estructurales:** son elementos estructuralmente significativos para la función para la cual están destinados, pero que no contribuyen a la resistencia o estabilidad del sistema estructural principal. Como ejemplo se pueden incluir vigas sobre la estructura principal de techumbre que sirvan de apoyo a un enfriador (chiller), rieles soportantes de ascensores o elevadores, muros de contención independientes del edificio principal y fundaciones de mástiles o postes de iluminación.
- 3.7 dibujos aclaratorios:** son dibujos preparados y emitidos adicionalmente a los documentos de construcción originales con el sólo propósito de aclarar la información para ayudar al contratista en su trabajo sin cambiar la información de los documentos de contrato o encargo originales. Estos dibujos no originan cambios en el alcance, precio o plazo para la ejecución del contrato o encargo de construcción.
- 3.8 documentos de ingeniería externa:** son los documentos de contrato o encargo, que deben ser entregados por el contratista durante la etapa de construcción, los cuales requieren una revisión y aprobación por el profesional **jefe del proyecto** y cuando sea aplicable, por el ingeniero estructural principal.
- 3.9 documentos del proyecto estructural:** es el conjunto de los documentos de contrato o encargo relacionados con la parte estructural del trabajo. A menudo éstos incluyen los planos timbrados por el ingeniero estructural principal y las especificaciones emitidas para construcción, los dibujos aclaratorios, las adendas y las órdenes de cambio emitidas y reconocidas por el ingeniero estructural principal.
- 3.10 elemento estructural:** es un elemento estructural aislado, tal como una viga, una columna, un muro, un arriostramiento, una cercha o una fundación, los cuales, combinados con otros, forman el sistema estructural.
- 3.11 elementos estructurales con ingeniería previa:** son elementos estructurales que son especificados por el ingeniero estructural principal, pero pueden haber sido diseñados por un ingeniero especialista. Los elementos son fabricados normalmente fuera de la obra, requieren un equipamiento especializado usualmente no disponible en obra o requieren un proceso de propiedad del proveedor.
- 3.12 equipo de revisión par:** es el equipo de profesionales de diseño cualificados el cual conduce una revisión par de diseño de un proyecto.
- 3.13 ingeniería de valor:** es el proceso de sugerir sistemas alternativos, materiales y métodos para reducir el costo y/o mejorar el valor del proyecto.
- 3.14 ingeniero especialista:** es un ingeniero quien está cualificado para timbrar planos y diseños de elementos estructurales con ingeniería previas que formarán parte de la estructura. El ingeniero especialista es contratado normalmente por el contratista quien

NTM 004

es responsable por el diseño, fabricación y a veces la instalación del elemento con ingeniería previa.

- 3.15 ingeniería estructural:** es la aplicación del conocimiento especializado de ingeniería civil con el entrenamiento y la experiencia para evaluar, analizar, diseñar, especificar, detallar y supervisar la construcción de los elementos estructurales resistentes. La especialización incluye consideraciones de resistencia, estabilidad, deformación, rigidez, ductilidad, posibles modos de falla y otras características que afecten el desempeño de una estructura.
- 3.16 ingeniero civil estructural:** es un ingeniero civil, con conocimientos de la ingeniería estructural. Un ingeniero estructural posee especialización, entrenamiento y experiencia en las ciencias del análisis y diseño de sistemas resistentes para estructuras.
- 3.17 inspección especial:** inspección realizada por un inspector especial de los tipos de trabajo requeridos por los documentos de contrato o encargo.
- 3.18 inspector especial:** es una persona cualificada de experiencia demostrable, a entera satisfacción de la autoridad competente, para la inspección de un tipo particular de construcción u operación que requiera inspección especial.
- 3.19 orden de cambio:** es una orden escrita al contratista firmada por el propietario y emitida después de la firma del contrato o encargo, la cual autoriza un cambio en el trabajo, un ajuste en el valor o en el plazo del contrato o encargo.
- 3.20 profesional jefe de diseño:** es el individuo o entidad, ya sea un arquitecto, o un ingeniero civil, quien está a cargo del diseño de una construcción nueva o remodelada. El profesional jefe de diseño es responsable de determinar e interpretar las necesidades del propietario y de coordinar el trabajo de los otros miembros del equipo de diseño.
- 3.21 requerimientos de información:** son solicitudes escritas de información o aclaración realizadas por el contratista durante la etapa de construcción de un proyecto.
- 3.22 revisión par:** es una revisión estructurada, independiente del proyecto, realizada por un equipo de profesionales de diseño cualificados, totalmente externos a la materia bajo revisión y que tengan un nivel de experiencia comparable al de aquéllos que son responsables por el proyecto o el trabajo. Las revisiones par normalmente cubren todas las fases de diseño y están destinadas a mejorar la calidad general del servicio o proyecto. Las revisiones pueden ser: revisión par del diseño del proyecto o revisión par técnica.
- 3.23 revisión par del diseño del proyecto:** es una revisión técnica independiente y objetiva del diseño del proyecto, realizada por un profesional de diseño o profesionales experimentados en el diseño de proyectos similares al revisado, para examinar los conceptos básicos de diseño, los objetivos y los criterios propuestos para el proyecto.

NTM 004

- 3.24 revisión par técnica:** es una revisión par la cual evalúa la calidad técnica general del trabajo de una empresa. Una revisión técnica par puede abarcar tanto los proyectos como los informes. Para proyectos, la revisión puede incluir las áreas siguientes: acuerdos, correspondencia, cálculos y documentos de contrato o encargo.
- 3.25 servicios adicionales:** son servicios no incluidos como servicios básicos dentro del acuerdo del ingeniero estructural principal.
- 3.26 servicios básicos:** son los servicios que se determinan y definen al momento de ejecutar el acuerdo. Tales servicios a menudo incluyen la entrega de los documentos de contrato o encargo del proyecto estructural y los servicios de la etapa de construcción.
- 3.27 servicios complementarios:** son los servicios anexos a los servicios básicos. Están categorizados como servicios especiales y servicios contingentes y pueden ser realizados por el ingeniero estructural principal bajo los términos acordados en forma mutua entre el cliente y el ingeniero estructural principal.
- 3.28 servicios contingentes:** son servicios que surgen como resultado de circunstancias no previstas durante el diseño o el proceso de construcción.
- 3.29 servicios especiales:** son servicios no previstos al comienzo de las etapas de diseño.
- 3.30 sistema estructural:** es un conjunto de elementos estructurales diseñados para resistir las cargas gravitacionales y fuerzas laterales.
- 3.31 sistema estructural principal:** es la combinación de elementos que una vez construidos sirven para soportar: el peso propio del edificio, las cargas adecuadas al destino y uso de los espacios, de acuerdo a la normas vigentes y las cargas debidas a las solicitaciones medioambientales como viento, temperatura y sismo. Los elementos de muros cortina, los muros interiores no soportantes o las muros cortina, por mencionar algunos ítems, no son parte del sistema estructural principal.
- 3.32 supervisión estructural:** visitas a obra durante la construcción del proyecto con el propósito de supervigilar o revisar la construcción en lo general para verificar su concordancia con los documentos estructurales de contrato o encargo.

4 Tipificación de los servicios

Este capítulo define los servicios de ingeniería estructural. Este servicio profesional incluye sin estar limitado al desempeño en calidad de:

4.1 Ingeniero estructural principal de un proyecto o estudio estructural.

4.2 Ingeniero estructural dependiente del ingeniero estructural principal.

NTM 004

4.3 Ingeniero revisor de la documentación preparada por otro ingeniero.

4.4 Ingeniero especialista, como consultor de otro profesional en diseño, como consultor independiente o empleado de una empresa contratista, proveedora, fabricante u otra similar.

4.5 Ingeniero perito o actuación como experto.

5 Responsabilidad en el diseño

5.1 El ingeniero estructural principal debe certificar, firmando y timbrando, solamente aquéllos documentos elaborados bajo su supervisión y control directo.

5.2 El ingeniero estructural principal es responsable por el **diseño estructural** del proyecto. No obstante, esta responsabilidad del ingeniero estructural principal para un **elemento estructural** particular en el proyecto, queda limitada al control que tiene el ingeniero estructural principal sobre ese elemento, según se establece en esta norma.

5.3 El **ingeniero especialista** es responsable por sus diseños. Sin perjuicio de esto, el ingeniero estructural principal debe establecer las condiciones de diseño de estos elementos, a través de la especificación de las bases de diseño y la verificación de que éstas se hayan aplicado.

5.4 La responsabilidad de las dimensiones, los materiales componentes o procedimientos usados en el diseño, en la fabricación, supervisión, certificación y montaje de un **elemento estructural con ingeniería previa**, corresponde al proveedor y su ingeniero especialista. Al ingeniero estructural principal sólo le corresponde verificar su adecuada descarga y compatibilidad estructural con el sistema estructural principal.

5.5 El ingeniero revisor de proyecto de cálculo es responsable de efectuar una revisión técnica independiente y objetiva del diseño del proyecto, para verificar como mínimo lo señalado en los capítulos 8 o 9 de la presente norma, según si esta revisión es revisión estructural legal o **revisión par del diseño del proyecto**, si corresponde.

5.6 El ingeniero perito (o experto) de cálculo es responsable de entregar servicios de soporte técnico y una opinión de experto para materias de ingeniería estructural.

6 Servicios de Ingeniería en un proyecto

Este capítulo define y enumera los servicios de consultoría en ingeniería civil estructural del ingeniero estructural principal en un proyecto normal de edificación. Dado que el ingeniero estructural principal normalmente es parte de un equipo multidisciplinario de diseño, se describe la relación que usualmente existe entre el ingeniero estructural principal y los otros integrantes del equipo, especialmente con el profesional jefe de proyecto.

NTM 004

El acuerdo del ingeniero estructural principal puede limitar o extender los servicios a proveer más allá del alcance definido en esta norma.

6.1 Competencias

6.1.1 Responsabilidad en el diseño

a) La asignación de responsabilidades debe estar claramente identificada mediante un documento de **alcance de los servicios**.

b) El ingeniero estructural principal es responsable por el diseño del **sistema estructural** según lo defina el acuerdo del ingeniero estructural principal. El alcance de los servicios del ingeniero estructural principal debe incluir siempre la responsabilidad por el diseño del **sistema estructural principal**. Esto no implica que el servicio del ingeniero estructural principal deba estar limitado al sistema estructural principal. Si se requiere la intervención del ingeniero estructural principal en **componentes** secundarios y **no estructurales**, estos servicios deben ser estipulados en el alcance de los servicios del ingeniero estructural principal. Si el ingeniero estructural principal no tiene obligación contractual respecto a esos elementos, la responsabilidad sobre ellos descansa en el **profesional jefe de diseño** o en el ingeniero especialista.

c) Se debe designar un ingeniero estructural principal para todo el proyecto, en lugar de distintos del ingeniero estructural principal para las distintas partes de una misma estructura. El ingeniero estructural principal puede asignar ciertos diseños (p. ej. paneles de revestimiento prefabricados, muros cortina, escaleras y ascensores, tabiques, equipos, etc.) a ingenieros especialistas, quienes pueden ser contratados por el contratista o sus proveedores. El ingeniero estructural principal debe verificar que estos diseños cumplan con las bases de diseño.

d) El capítulo 6, Responsabilidad en el diseño, contiene información adicional sobre la responsabilidad en el diseño.

6.1.2 Información elaborada por otros

a) El ingeniero estructural principal tiene el derecho a confiar en la precisión e integridad de la información y recomendaciones entregadas por el **cliente**, el profesional jefe de diseño u otros consultores, sin ser responsable por su contenido. Entre otros, levantamiento topográfico y determinación de límites, pesos y ubicación de componentes no estructurales y equipos, pasadas mecánicas, dimensiones de edificios e informes y recomendaciones de geotecnia.

NTM 004

b) El ingeniero estructural principal debe revisar la información elaborada por otros, su consistencia y atinencia con el proyecto, en cuanto a su relación con el diseño del ingeniero estructural principal.

6.1.3 Supervisión estructural de la construcción

a) La **supervisión estructural** de los sistemas diseñados por el ingeniero estructural principal es parte inseparable de sus servicios. El propósito de la supervisión de la construcción por el ingeniero estructural principal es observar o revisar que la construcción esté de acuerdo en general con los criterios de los **documentos del proyecto estructural**, en base a su experiencia y juicio profesional. Aún cuando los documentos hayan sido cuidadosamente preparados, pueden ocurrir errores constructivos, interpretaciones erradas y ajustes inaceptables de los materiales o detalles de construcción si se permite al contratista proseguir sin supervisión.

La supervisión de la construcción debe ser realizada bajo la dirección del ingeniero estructural principal debido a su conocimiento del diseño estructural del proyecto. Esta supervisión no debe transformarse ni sustituir a la inspección técnica de la obra. La responsabilidad de resolver cualquier observación de no conformidad con los documentos de contrato o encargo recae en el contratista, sujeta a revisión y aprobación del ingeniero estructural principal.

b) El ingeniero estructural principal no tiene control de los medios de construcción, métodos, técnicas, secuencias, procedimientos de seguridad y programación relacionados con las obras de construcción. Tampoco tiene control ni autoridad sobre actuaciones u omisiones del contratista, subcontratista o cualquiera de sus agentes, empleados o cualquier otra persona que realice alguna tarea en la construcción de la obra.

c) La supervisión de la obra, realizada por el ingeniero estructural principal, no releva al contratista de su responsabilidad en la correcta construcción del proyecto, en el control de su avance, en la provisión de condiciones de seguridad adecuadas para el trabajo y en la corrección de cualquier desviación de los requerimientos del proyecto.

6.1.4 Documentos sometidos a revisión

a) Las especificaciones deben establecer claramente los casos en que se requiere una revisión de las proposiciones de terceros. La revisión de estas proposiciones por el ingeniero estructural principal debe velar por la conformidad con la información y los conceptos de diseño expresados en los documentos de contrato o encargo estructurales y no tiene como finalidad determinar la precisión e integridad de las dimensiones y cantidades, las cuales son de responsabilidad del contratista.

NTM 004

b) La revisión de las proposiciones por el ingeniero estructural principal no releva al contratista de su responsabilidad de cumplir con los documentos de contrato o encargo estructurales.

c) La revisión por parte del ingeniero estructural principal de las proposiciones de los contratistas no constituye una aprobación de las medidas de seguridad ni significa una aprobación de los medios o métodos de construcción.

6.2 Servicios normalmente previstos

Este capítulo identifica y describe los servicios que normalmente se considera que deben ser incluidos en el alcance de los servicios del ingeniero estructural principal de manera que se entienda claramente cuáles servicios están incluidos y cuáles no lo están.

Esta norma incluye servicios que normalmente provee el ingeniero estructural principal en el ejercicio de su profesión. Sin embargo, no se contempla el hecho de que cada proyecto requiera la lista completa de servicios ni que la lista sea exhaustiva. Si un servicio no está específicamente incluido en el documento de contrato o encargo del ingeniero estructural principal, entonces el servicio se considera excluido.

6.2.1 Definición del proyecto

Los servicios de estructura para el proyecto que deben ser incluidos en el documento de contrato o encargo del ingeniero estructural principal, son:

a) Listado de los **servicios básicos** incluyendo cualquier **servicio complementario** que se requiera del ingeniero estructural principal.

b) Establecer otros servicios complementarios que se le solicite realizar al ingeniero estructural principal como **servicios adicionales**.

c) Establecer el alcance y definir las labores de coordinación que le corresponden al ingeniero estructural principal sobre cualquier otro servicio complementario que pueda ser requerido, pero que no será realizado por el ingeniero estructural principal.

d) Definir los servicios relacionados con el análisis de la estimación del costo de construcción de la obra gruesa.

e) Colaborar en la determinación o revisión de los plazos del proyecto, incluyendo los hitos del trabajo del ingeniero estructural principal.

f) Colaborar en la definición de los canales de comunicación.

NTM 004

- g)** Colaborar en la determinación de quienes son los responsables de entregar la información requerida para la elaboración del proyecto.
- h)** Colaborar en la definición de los formatos y estándares de la información gráfica.
- i)** Colaborar en la determinación de la manera como las especificaciones deben ser preparadas, editadas y formateadas.
- j)** Colaborar en establecer los procedimientos para la revisión y coordinación de los documentos.
- k)** Colaborar en la determinación de la cantidad y lugar de las reuniones del equipo de proyecto durante cada etapa y la cantidad de visitas de supervisión a la obra durante la construcción.
- l)** Suscribir un contrato o encargo para la prestación de servicios de ingeniería estructural.

6.2.2 Servicios básicos: Los servicios básicos del ingeniero estructural principal normalmente incluyen análisis, diseño y elaboración de planos y especificaciones técnicas; revisión de las proposiciones de terceros y supervisión en obra del sistema estructural determinado en la etapa de definición del proyecto e incluida en el acuerdo o encargo del ingeniero estructural principal. Los servicios fuera del alcance de aquéllos indicados como servicios básicos se consideran servicios adicionales y se describen en la sección 7.2.3.1. Estos servicios adicionales pueden ser suministrados por el ingeniero estructural principal bajo los términos de acuerdo o encargo entre el cliente y el ingeniero estructural principal. Los servicios básicos están enumerados en las etapas secuenciales de un proyecto de diseño. Cada etapa contiene aquéllos ítems que pertenecen comúnmente a esa etapa; sin embargo, se permite que ciertas actividades sean realizadas fuera de la secuencia o en etapas diferentes a las indicadas a continuación.

6.2.2.1 Etapa de diseño esquemático

- a)** Asistir a las reuniones de coordinación relacionadas con la especialidad;
- b)** Establecer los criterios de diseño estructural, incluyendo los criterios especiales elaborados por el cliente;
- c)** Considerando los requerimientos del proyecto, realizar un estudio de los sistemas estructurales estableciendo información comparativa a ser usada para seleccionar los sistemas resistentes de cargas verticales y horizontales. La cantidad de sistemas alternativos a estudiar debe estar limitada en los términos del acuerdo o encargo con el ingeniero estructural principal;

NTM 004

- d) Participar en la selección del sistema estructural del proyecto.;
- e) Proporcionar los requerimientos estructurales para el consultor geotécnico;
- f) Colaborar en la determinación de la necesidad de estudios especiales; y
- g) Emitir la documentación de la etapa del diseño esquemático para aprobación.

6.2.2.2 Etapa de Desarrollo del Diseño

- a) Asistir a las reuniones de coordinación relacionadas con la especialidad;
- b) Elaborar planos de fundación basados en las recomendaciones establecidas en el Estudio de Mecánica de Suelos;
- c) Realizar los cálculos del diseño estructural para el sistema estructural y los elementos típicos;
- d) Desarrollar diseños y planos de los sistemas estructurales y esquemas de las zonas típicas y dimensiones de los elementos típicos;
- e) Elaborar fichas con detalles típicos, según se requiera;
- f) Identificar los elementos estructurales con ingeniería previa;
- g) Preparar o editar especificaciones para los ítems estructurales;
- h) Revisar los resultados de los estudios especiales;
- i) Coordinar el diseño estructural con los criterios estructurales especiales; y
- j) Emitir la documentación del desarrollo del diseño para aprobación.

6.2.2.3 Etapa de los documentos de contrato o encargo

- a) Elaboración de documentos de diseño del sistema estructural principal incluidos en el contrato del ingeniero estructural principal;
- b) Especificar aquellos elementos a ser diseñados por un ingeniero especialista, su ubicación en la estructura y su conexión con el sistema estructural principal. Especificar los criterios estructurales para el diseño del ingeniero especialista. Especificar los

NTM 004

documentos que debe emitir el ingeniero especialista para revisión del ingeniero estructural principal;

- c)** Revisar el efecto de elementos secundarios o no estructurales que no están incluidos en el sistema estructural principal, pero que están unidos a él y diseñar la estructura para que ella acepte y soporte estos elementos;
- d)** Asistir a las reuniones de coordinación relacionadas con la especialidad;
- e)** Apoyar la coordinación con los revisores y responder las observaciones de la revisión de los documentos;
- f)** Terminar el cálculo estructural.
 - i.-** Terminar los planos estructurales;
 - ii.-** Preparar o editar las especificaciones técnicas del sistema estructural principal;
 - iii.-** Establecer los requerimientos mínimos de ensayos que requiera el sistema estructural principal;
 - iv.-** Apoyar en la tarea de establecer los requerimientos de inspección y otros ensayos; y
 - v.-** Revisar y verificar la consistencia de los documentos del proyecto estructural.

6.2.2.4 Etapa de construcción

a) Licitación y adjudicación

- i.-** Apoyar en la evaluación de las cualificaciones del proponente; y
- ii.-** Entregar las adendas y aclaraciones estructurales requeridas.

b) Servicios previos a la construcción

- i.-** Asistir a las reuniones de coordinación relacionadas con la especialidad;
- ii.-** Colaborar en la definición de los procedimientos de comunicación;
- iii.-** Colaborar en la definición de los procedimientos para la aprobación de las proposiciones en la etapa de construcción;

NTM 004

iv.- Aprobar la elección del laboratorio de materiales y la inspección técnica;

v.- Aconsejar al cliente y al contratista en los requerimientos de supervisión durante las visitas a obra;

c) Revisión de las entregas de ingeniería externa

i.- Revisar las entregas especificadas por el ingeniero estructural principal, de los ítems diseñados por el ingeniero estructural principal, pero detallados por otros. Determinar si las entregas han tenido aprobaciones previas según lo requerido por los documentos de contrato o encargo. La revisión de las entregas tiene por objeto determinar la conformidad general con la información y los conceptos de diseño expresados en los documentos del proyecto estructural; y

ii.- Revisión de las entregas relacionadas con los elementos especificados por el ingeniero estructural principal y diseñados por ingenieros especialistas. Determinar si las entregas han sido aprobadas previamente de acuerdo a los requerimientos de los documentos del contrato o encargo. Determinar si las entregas llevan la firma del ingeniero especialista encargado del diseño de acuerdo a los requerimientos de los documentos del contrato o encargo. Revisar si los elementos estructurales con ingeniería previa cumplen con el tipo, ubicación y conexión con otros elementos dentro del sistema estructural del ingeniero estructural principal y con los criterios y cargas para su diseño.

d) Supervisión estructural

i.- Realizar visitas de supervisión estructural durante la etapa de construcción de la obra con la frecuencia definida en el acuerdo o encargo. Supervisar y familiarizarse en lo general con el avance de la construcción de la estructura diseñada por el ingeniero estructural principal; y

ii.- Informar de la supervisión de la construcción.

e) Otros servicios para la etapa de construcción, acordados previamente.

i.- Proveer aclaraciones de los planos estructurales, incluyendo la preparación de detalles complementarios; y

ii.- Responder a las solicitudes de información del contratista.

f) Ensayes de Materiales e inspección.

NTM 004

- i.- Revisar los informes de los laboratorios y oficinas de inspección de acuerdo a lo requerido en la documentación estructural del contrato o encargo; y
- ii.- Iniciar acciones apropiadas en respuesta a dichos informes, si es necesario.

6.2.3 Servicios complementarios: servicios adicionales a los indicados como servicios básicos. Estos servicios se clasifican como servicios especiales y servicios contingentes.

6.2.3.1 Servicios especiales

Estos servicios generalmente van más allá del diseño del sistema estructural principal y pueden haber sido o no previstos desde el comienzo de las etapas de diseño. Algunos servicios especiales pueden ser incluidos en el alcance original del ingeniero estructural principal como servicios básicos, mientras que otros pueden ser provistos como servicios adicionales.

Estos servicios consisten en:

- a) Servicios relacionados con elementos no estructurales y sus fijaciones;
- b) Servicios relacionados con elementos estructurales secundarios y sus fijaciones;
- c) Servicios relativos a análisis especiales de viento;
- d) Servicios relativos a **análisis de riesgo sísmico**;
- e) Preparación de documentos de demolición;
- f) Investigación de campo de edificios y estructuras existentes incluyendo prospección de construcciones existentes;
- g) Estudio de esquemas para alojar sistemas especiales de energía;
- h) Servicios relacionados con la preparación de documentos para licitaciones alternativas o para contrato o encargos separados para la construcción en etapas o fast-track;
- i) Inspección continua y detallada de la construcción incluyendo inspecciones especiales;
- j) Diseño o inspección de campo de entibaciones y apuntalamiento de excavaciones y edificios o de socialzado de estructuras adyacentes;
- k) Diseño o revisión de equipos del contratista relacionados con la obra;

NTM 004

- l)** Diseño de piscinas;
- m)** Diseño de ampliaciones futuras;
- n)** Preparación de un archivo de planos;
- o)** Preparación de planos de fabricación o de taller;
- p)** Revisión y determinación de requerimientos de protección contra el fuego; y
- q)** Otros servicios opcionales adicionales acordados con el propietario.

6.2.3.2 Servicios por contingencias

Estos son servicios que surgen como resultado de circunstancias no previstas durante el diseño o el proceso de construcción.

- a)** Servicios que resulten de cambios en alcance o magnitud del proyecto tal como está acordado y descrito en el acuerdo o encargo de servicios básicos;
- b)** Servicios que resulten de cambios necesarios por haber sobrepasado los costos estimados de construcción;
- c)** Servicios que resulten de ajustes que sean inconsistentes con aprobaciones o instrucciones previas dadas por el cliente;
- d)** Servicios que resulten de revisiones debidas a promulgación o revisión de normas, leyes o reglamentaciones, posteriores a la preparación de los documentos;
- e)** Servicios necesarios por órdenes de cambio;
- f)** Servicios necesarios por correcciones o revisiones requeridas por errores u omisiones del contratista en la obra u otros errores en el diseño de consultores distintos al ingeniero estructural principal;
- g)** Servicios que resulten de modificaciones en los procedimientos de construcción del contratista;
- h)** Servicios necesarios por aumento en el diseño o en el plazo de la programación de la obra;

NTM 004

- i) Servicios relacionados con cualquier tipo de audiencia, arbitraje o procedimiento legal respecto del proyecto, incluyendo apoyo en la preparación del alegato o arbitraje como testigo o consultor;
- j) Servicios que resulten de daños provocados por desastres naturales, incendios u otros originados por el hombre;
- k) Revisión y diseño de sistemas alternativos o sustitutivos;
- l) Revisión de entregas adicionales de planos de taller, cuando ellas son ocasionadas por entregas incompletas o inadecuadas;
- m) Asistencia a reuniones de avance de la obra;
- n) Trabajo en tiempo extra, requerido por el cliente;
- o) Servicios relacionados con fundaciones especiales cuando se encuentren malas condiciones de suelo después de la ejecución del acuerdo; y
- p) Otros servicios opcionales adicionales acordados con el propietario.

6.3 Documentos del servicio profesional

El ingeniero estructural principal debe generar los documentos del servicio, necesarios y suficientes para la revisión y construcción del proyecto.

6.3.1 Etapa de diseño esquemático

6.3.1.1 Bases de cálculo preliminares.

6.3.1.2 Estudios de los sistemas estructurales.

6.3.1.3 Esquemas.

6.3.1.4 Cálculos.

6.3.2 Etapa de desarrollo del diseño

6.3.2.1 Descripción de las unidades estructurales.

6.3.2.2 Planos preliminares de estructuración.

6.3.2.3 Cálculos preliminares del diseño estructural.

NTM 004

6.3.2.4 Detalles típicos.

6.3.3 Etapa de los documentos de contrato o encargo

6.3.3.1 Cálculo estructural

Elaborar memorias de cálculo como una guía y un apoyo de los documentos del proyecto estructural. Ellas no se consideran parte de los documentos del proyecto estructural. Los cálculos deben ser consistentes con los requerimientos del diseño estructural. Se debe incluir la documentación y descripción de todos los modelos y análisis computacionales. La memoria de cálculo debe incluir lo siguiente:

a) Bases de diseño

- Criterios de diseño.
- Métodos de análisis
- Identificación de los programas computacionales utilizados.
- Normas, códigos y reglamentos aplicables.
- Listado de cargas y sus combinaciones.
- Parámetros dinámicos
- Información obtenida del estudio de mecánica de suelos.
- Listado de los materiales.
- Requerimiento de control de calidad e inspección especial de los materiales.
- Nombre del ingeniero diseñador, nombre del ingeniero estructural supervisor, nombre del ingeniero estructural principal.

b) Esquemas de ubicación e identificación de los elementos estructurales incluyendo juntas de dilatación.

c) Análisis y diseño para cargas verticales.

d) Análisis y diseño para cargas laterales, incluyendo pesos sísmicos, corte basal, momento volcante, períodos y sus masas equivalentes, verificación de desplazamientos máximos normativos y distancias mínimas a los planos medianeros.

NTM 004

- e) Análisis y diseño de fundaciones.
- f) Análisis de vibraciones y de serviciabilidad, cuando sea aplicable.

6.3.3.2 Planos estructurales

Los planos deben mostrar la ubicación y denominación de los elementos estructurales, sus dimensiones, sus refuerzos y sus conexiones a una escala y nivel de detalle que permita la construcción en una secuencia razonable por un contratista competente y con experiencia en construcciones con los materiales especificados.

Las plantas, elevaciones, cortes y detalles deberán ejecutarse en una escala, cantidad y extensión adecuadas para representar claramente la relación entre los elementos y sus interconexiones. Los detalles indicados como “típicos” deben ser aplicables al proyecto o a la situación representada.

Los planos estructurales del proyecto de formas (geometrías) y armaduras, incluidos los planos estructurales de ingeniería externa, deben incluir como mínimo lo siguiente:

- Detalles típicos y notas.
- Cuadro o plantas de cargas de uso.
- Plantas de fundaciones, secciones y detalles.
- Plantas de estructuras, secciones y detalles.
- Elevaciones de todos los ejes estructurales, secciones y detalles.
- Plantas del sistema de pisos y techos, secciones y detalles.
- Detalles de uniones.
- Otros detalles.

6.3.3.3 Especificaciones estructurales

Las especificaciones deben incluir requerimientos del proyecto para los materiales estructurales, su fabricación, colocación, tolerancias y controles de calidad.

Las especificaciones para elementos de ingeniería externa deben incluir criterios de desempeño para su diseño y detallamiento.

Las especificaciones más relevantes deben abreviarse e incluirse en los planos.

NTM 004

6.3.3.4 Otros documentos: Carta del ingeniero especialista en mecánica de suelo del proyecto, que declara que conoce el proyecto que se construirá.

6.3.4 Etapa de Construcción

6.3.4.1 Propuesta y adjudicación

- a) Adenda estructural.
- b) Cartas de aclaración, solicitudes de información y esquemas.

6.3.4.2 Revisión de las entregas de la ingeniería externa

- a) Planos de taller de elementos diseñados por el ingeniero estructural principal.
- b) Planos de taller, especificaciones y memorias de elementos diseñados por ingeniería externa.
- c) Aclaraciones.
- d) Otras especificadas.

6.3.4.3 Supervisión estructural

- a) Informes de supervisión estructural.
- b) Aclaraciones.

6.3.4.4 Otros servicios en la etapa de construcción

- a) Aclaraciones.
- b) Evaluación de órdenes de cambio.
- c) Documentos de conformidad.

6.3.5 Otros servicios

6.3.5.1 Informes.

6.3.5.2 Cartas.

6.3.5.3 Dibujos.

NTM 004

6.4 Servicios de revisión para las entregas de ingeniería externa en la etapa de construcción

6.4.1 Generalidades

Las entregas de ingeniería externa (en adelante las entregas) son hitos requeridos por los documentos de contrato o encargo, a ser provistos por el contratista durante la etapa de construcción, los cuales requieren una revisión y aprobación por el profesional jefe del proyecto y cuando sea aplicable, por el ingeniero estructural principal.

Las entregas de ingeniería externa incluyen, entre otros, planos de taller y cálculo de elementos prefabricados, materiales o especificaciones o certificaciones de productos manufacturados. Una entrega no es un documento de contrato o encargo. La finalidad de una entrega es documentar y comunicar los planes del contratista para ejecutar el trabajo requerido por los documentos de contrato o encargo al equipo de construcción, al profesional jefe del proyecto y al ingeniero estructural principal.

Las entregas también están destinadas a permitir la verificación de que los materiales y montajes a proveer por el contratista cumplen con los documentos de contrato o encargo. Las entregas demuestran la comprensión e interpretación de los documentos del contrato o encargo y, por lo tanto, deben ser documentos originados por el contratista.

Antes de una revisión, el ingeniero estructural principal debe determinar si las entregas han sido aprobadas por el contratista como lo requieren los documentos de contrato o encargo.

La revisión del ingeniero estructural principal de las entregas debe estar en general de acuerdo con la información y conceptos de diseño expuestos en los documentos del proyecto estructural y no están destinados a verificar el cumplimiento preciso de las dimensiones y cantidades, las cuales se mantienen como responsabilidad del contratista.

La revisión por el ingeniero estructural principal de las entregas requeridas no releva al contratista de su responsabilidad de cumplir con los documentos estructurales de contrato o encargo. La revisión de las entregas es una parte necesaria del proyecto y el ingeniero estructural principal es el profesional más calificado para asistir al propietario en esta tarea. El ingeniero estructural principal debe tener un registro de las entregas estructurales. Este registro ayuda a llevar una traza de la evolución de la revisión en el tiempo y sirve como referencia rápida del status de las entregas.

6.4.2 Planos de taller: Los planos de taller son documentos para la fabricación e instalación, preparados por el contratista, en los cuales se establecen los detalles efectivos de los elementos manufacturados o fabricados, indicando el tamaño, relación y coordinación con el trabajo relacionado. Los planos de taller reflejan la comprensión del contratista de los documentos de contrato o encargo. Los planos de fabricación no deben ser usados para definir cambios o revisiones a los documentos de contrato o encargo. Los cambios o alternativas propuestas por el contratista deben ser entregados independientemente de los planos de taller.

NTM 004

6.4.2.1 Planos de taller categoría "A": son planos de taller que muestran los detalles del sistema estructural de acuerdo a los requerimientos específicos definidos y detallados por el ingeniero estructural principal en los documentos de contrato o encargo. El ingeniero estructural principal debe revisar los ítems que son parte del sistema estructural principal y aquéllos ítems adicionales incluidos en el acuerdo o encargo del ingeniero estructural principal. El ingeniero estructural principal debe identificar, con un timbre y firma, aquéllas entregas que han sido sometidas a una revisión técnica por el ingeniero estructural principal.

6.4.2.2 Planos de taller categoría "B": son planos de taller que incluyen especificaciones y cálculos, requeridos por los documentos de contrato o encargo, para elementos estructurales y no estructurales no detallados por el ingeniero estructural principal. Estos planos de taller pueden incluir sistemas y elementos estructurales con ingeniería previa. El ingeniero estructural principal debe revisar los ítems que son partes del sistema estructural primario y aquellos ítems adicionales que están incluidos como parte del acuerdo o encargo del ingeniero estructural principal. El ingeniero estructural principal debe revisar que las entregas lleven la firma y el timbre del ingeniero especialista responsable del diseño.

La revisión de los planos de taller de categoría B debe incluir el tipo, posición y conexión a otros elementos del sistema estructural principal y en conformidad con las cargas y otros criterios especificados en los documentos de contrato o encargo. El ingeniero estructural principal debe identificar, con un timbre y firma, aquéllas entregas que han sido sometidas a su revisión técnica.

6.4.3 Medios y métodos: Los planos de fabricación y otros documentos entregados por el contratista que describen medios y métodos de construcción deben ser devueltos al contratista sin revisar, a menos que sean específicamente requeridos como una entrega para revisión y aprobación en los documentos de contrato o encargo.

Cuando se requiera una entrega que no será revisada, el profesional jefe de proyecto debe verificar que la información ha sido entregada de acuerdo a lo requerido en los documentos de contrato o encargo, indicando que no se ha efectuado una revisión técnica.

Cuando una entrega no es un requerimiento de los documentos de contrato o encargo, la entrega debe ser devuelta con una nota haciendo referencia a los requerimientos del documento de contrato o encargo respectivo e indicando que no se ha efectuado una revisión técnica.

6.4.4 Alternativas de diseño propuestas por el contratista/ ingeniería de valor: El contratista puede proponer sustituciones y entregar planos y cálculos para esas sustituciones. El ingeniero estructural principal debe revisar las sustituciones como un servicio contingente, solamente si éste ha sido requerido o aprobado por el propietario.

6.4.5 Otras entregas: Otras entregas pueden incluir datos del producto, diseños de mezclas, muestras y cualquier otra entrega requerida por los documentos de contrato o encargo que no haya sido discutida previamente. El ingeniero estructural principal debe revisar las entregas de los ítems incluidos en el acuerdo o encargo del ingeniero estructural

NTM 004

principal y debe identificar con un timbre aquéllas entregas que hayan sido sometidas a su revisión técnica.

NTM 004

7. Revisión Estructural Legal

7.1 Introducción

Los artículos 5.1.25 y 5.1.27 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC) establecen los requisitos del revisor del proyecto de cálculo estructural así como las edificaciones que están sujetas a revisión estructural legal.

7.2 Propósito de la revisión estructural legal

- 7.2.1** El revisor del proyecto de cálculo estructural debe revisar el proyecto de acuerdo con las normas técnicas vigentes y verificar su cumplimiento en lo que sea aplicable al proyecto.
- 7.2.2** En caso que se justifique debidamente que no existen normas técnicas chilenas aplicables, el proyecto de cálculo estructural debe ser realizado sobre la base de normas técnicas extranjeras, cuya aplicación se adecúe más al proyecto, a propuesta del ingeniero estructural principal y a juicio del revisor del proyecto de cálculo estructural.
- 7.2.3** El revisor del proyecto de cálculo estructural informará favorablemente el proyecto si éste cumple con lo señalado anteriormente. En caso contrario, debe emitir un informe de observaciones para conocimiento y solución del ingeniero estructural principal, por escrito, en un solo acto e indicando la totalidad de las observaciones que deben ser aclaradas o subsanadas para dar curso al informe favorable, remitiendo copia de las observaciones al propietario o mandante, si así éste lo requiere. El ingeniero estructural principal debe responder las observaciones por escrito y en forma detallada, oportuna y completa.
- 7.2.4** Una vez concluida su revisión, el revisor del proyecto de cálculo estructural lo notificará al propietario o mandante.

7.3 Oportunidad de la revisión estructural legal

- 7.3.1** Aún cuando el mayor esfuerzo en la revisión puede desarrollarse en una etapa avanzada del proceso de diseño, es esencial comenzar la revisión estructural legal durante la etapa inicial del diseño esquemático para permitir la evaluación de las decisiones fundamentales de ingeniería.
- 7.3.2** Para proyectos desarrollados en modalidad fast track o en modalidad por etapas, el Informe Favorable se emitirá al concluir la etapa de Diseño Esquemático, debiendo efectuarse un visado o re certificación obligatoria del proyecto de cálculo completo, como requisito para la recepción municipal de la obra.

7.4 Competencias del revisor del proyecto de cálculo estructural

El revisor del proyecto de cálculo estructural debe:

NTM 004

- 7.4.1** Mantener inscripción vigente en el Registro Nacional de Revisores de Proyectos de Cálculo Estructural. En lo que no se contraponga con su Reglamento respectivo, se debe aplicar lo indicado en el artículo 9.4 de esta Norma.
- 7.4.2** Ser independiente del equipo de diseño y no tener conflicto de intereses con el proyecto a revisar.
- 7.4.3** Disponer y mantener un eficaz sistema de control de calidad y supervisión de su equipo de trabajo.

7.5 Antecedentes requeridos para la revisión estructural legal

El ingeniero estructural principal debe entregar oportunamente al revisor del proyecto de cálculo estructural una carpeta técnica, incluyendo, en medio físico y/o electrónico, la siguiente información mínima del proyecto de cálculo apto para construcción:

- 7.5.1** Carta conductora firmada por el ingeniero estructural principal, indicando el contenido detallado de la información entregada para revisión.
- 7.5.2** Planos de arquitectura de plantas, cortes y elevaciones.
- 7.5.3** Se debe entregar los documentos mencionados en el capítulo 7.3.3.
- 7.5.4** Estudio de Mecánica de Suelos de acuerdo a la Norma NCh 1508.
- 7.5.5** Proyecto de socializado de acuerdo a la Norma NCh 3206, si corresponde.
- 7.5.6** Antecedentes relevantes de los elementos estructurales con ingeniería externa.
- 7.5.7** Cuando el proyecto que se revisa comprometa estructuras existentes, el ingeniero estructural principal debe entregar todos aquellos antecedentes adicionales para la revisión de la estructura modificada.

7.6 Alcance de la revisión estructural legal

En concordancia al Artículo 5.1.27 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, el revisor del proyecto de cálculo estructural revisará el proyecto de acuerdo con las normas técnicas que allí se señalan y verificará su cumplimiento en lo que le sea aplicable. Para ello y en base a los antecedentes recibidos del ingeniero estructural principal, el revisor del proyecto de cálculo estructural debe considerar los siguientes aspectos:

- 7.6.1** Verificación general de hipótesis y criterios de diseño.
- 7.6.2** Revisión de la estructuración general y bases de cálculo
- 7.6.3** Revisión del modelo de análisis y su consistencia con el diseño. Verificación de la modelación de los diafragmas de piso.
- 7.6.4** Verificación de los indicadores sísmicos entregados por el ingeniero estructural principal.

NTM 004

- 7.6.5** Revisión general de fundaciones de acuerdo al estudio de mecánica de suelos, incluyendo tensiones sobre el terreno, porcentajes de apoyo y diseño de sus elementos, considerando el efecto de la ubicación de la napa de agua, entre otros.
- 7.6.6** Revisión de singularidades y zonas críticas. Revisión selectiva del diseño de los elementos constituyentes de la estructura principal,
- 7.6.7** Verificación general del detallamiento y armaduras mínimas de los elementos estructurales, de acuerdo a las disposiciones normativas aplicables.
- 7.6.8** Verificación general del contenido de los planos y su concordancia con los resultados del análisis y diseño.
- 7.6.9** Para los elementos de pre-ingeniería, el revisor del proyecto de cálculo estructural debe verificar el cumplimiento de las Bases de Cálculo del proyecto y su adecuada compatibilidad con el sistema estructural principal.
- 7.6.10** Cuando el proyecto revisado comprometa estructuras existentes, el revisor del proyecto de cálculo estructural debe verificar que la estructura modificada tiene una rigidez y resistencia general igual o mayor que la estructura original.

7.7 Mecánica de suelos

Al revisor del proyecto de cálculo estructural no le corresponde evaluar el estudio de mecánica de suelos del proyecto. De existir reparos a sus conclusiones, es obligación del revisor del proyecto de cálculo estructural requerir la contratación por parte del mandante de un revisor acreditado de mecánica de suelos.

7.8 Certificación de planos

El revisor del proyecto de cálculo estructural debe:

- 7.8.1** Firmar los planos de estructura que fueron materia de la revisión.
- 7.8.2** Recibir del ingeniero estructural principal, revisar y visar la documentación que respalde los cambios realizados durante la construcción, cuando corresponda.

7.9 Trazabilidad

El revisor del proyecto de cálculo estructural debe mantener un registro completo del trabajo profesional realizado en la revisión, al menos durante el período de responsabilidad legal. Estos antecedentes deben permitir auditar su trabajo, si así se requiriera por la autoridad competente.

NTM 004

7.10 Solución de diferencias

7.10.1 Diferencias de criterio.

Pueden aparecer diferencias técnicas legítimas entre el ingeniero estructural principal y el revisor del proyecto de cálculo estructural. Si se llega a una discrepancia insalvable, el mandante debe resolver.

7.10.2 Informe negativo.

Cuando el proyecto sometido a revisión no cumple condiciones mínimas de seguridad estructural o no se ha entregado oportunamente los antecedentes requeridos en el punto 8.5. de esta norma, el revisor estructural legal debe informarlo, emitiendo un Informe Negativo al mandante con copia al Registro Nacional de Revisores de Proyectos de Cálculo, para su adecuado registro.

8. Revisión par del diseño del proyecto.

8.1. Introducción

8.1.1 Una **revisión par del diseño del proyecto** puede ser solicitada por el cliente, arrendador, órganos de la administración del estado o el ingeniero estructural principal para mejorar la calidad y proveer un mayor nivel de confianza considerando el comportamiento esperado y la seguridad contemplada por el diseño en los proyectos. Este capítulo describe el proceso de la revisión par. Cualquier referencia en este documento al revisor y al equipo de revisión par del proyecto se considera aplicable solamente a la revisión del diseño estructural. Estas pautas no deben reemplazar al juicio profesional ingenieril.

8.1.2 La revisión par del diseño del proyecto debe estar enfocada en el diseño del proyecto. Una revisión par del diseño del proyecto es una revisión técnica independiente y objetiva del diseño del proyecto, realizada por un profesional o un equipo profesional con experiencia en el diseño de proyectos similares al revisado, para examinar los conceptos básicos de diseño, los objetivos y los criterios propuestos para el proyecto.

8.1.3 Una revisión par del diseño del proyecto es diferente de la revisión estructural legal de acuerdo al capítulo 8.

8.1.4 Una revisión par del diseño del proyecto no es lo mismo que una ingeniería para creación de valor.

8.1.5 Una revisión par del diseño del proyecto no está destinada a reemplazar los procedimientos internos usuales de diseño y revisión efectuados por el ingeniero estructural principal. Se debe considerar que la revisión par del diseño del proyecto puede tener como resultado una ampliación del **alcance de los servicios** del ingeniero estructural principal.

8.2 Propósito de la revisión par del diseño del proyecto

Una revisión par del diseño del proyecto debe proporcionar un mayor nivel de confianza en los siguientes aspectos:

- a) Compatibilidad de los criterios de diseño con los objetivos del proyecto;
- b) Calidad y enfoque del diseño;
- c) Calidad de la documentación;
- d) Factibilidad técnica de construcción;
- e) Desempeño estructural;

NTM 004

8.3 Oportunidad de la revisión par

Aún cuando el mayor esfuerzo en la revisión puede desarrollarse en una etapa avanzada del proceso de diseño, es esencial comenzar una revisión par del diseño del proyecto durante la etapa de diseño esquemático para permitir la evaluación de las decisiones fundamentales de ingeniería.

8.4 Competencias del equipo de revisión par

8.4.1 Es esencial que el equipo de revisión par sea independiente del equipo de diseño y no tenga conflicto de intereses con el proyecto a revisar. El equipo de revisión par no deberá tener otra relación con el proyecto antes, durante o después de la revisión par del diseño del proyecto.

8.4.2 El ingeniero estructural principal debe ser consultado en la selección del equipo de revisión par. El equipo de revisión par debe tener la disposición de cooperar con el ingeniero estructural principal y otras personas involucradas y debe llevar la revisión par del diseño del proyecto de manera constructiva e imparcial.

8.4.3 Para proporcionar una revisión minuciosa e imparcial del proyecto, el equipo de revisión par debe, además, contar con las siguientes cualificaciones adicionales:

- a) Experiencia técnica equivalente o superior a la del ingeniero estructural principal en proyectos similares a aquél que está siendo revisado.
- b) Ser dirigido por un ingeniero civil estructural, con título reconocido en Chile y con una experiencia técnica en diseño equivalente o superior a la del ingeniero estructural principal en proyectos similares a aquél que está siendo revisado.
- c) Estar en conocimiento de la normativa nacional e internacional aplicable, así como con las prácticas de construcción y diseño locales que rigen para el proyecto en revisión.

8.5 Alcance de la revisión par del diseño del proyecto

8.5.1 El alcance de la revisión par del diseño del proyecto debe ser definido por escrito por el cliente y confirmado por el equipo de revisión par antes de comenzar la revisión. El alcance de la revisión par del diseño del proyecto debe incluir la definición de lo que ha de ser revisado, el proceso de revisión a seguir y el formato del informe escrito.

8.5.2 La programación de la revisión par del diseño del proyecto debe ser acordada entre el cliente y el equipo de revisión par y debe estar incluida por escrito en el alcance de la revisión par del diseño del proyecto. La revisión par del diseño del proyecto debe iniciarse

NTM 004

en la etapa de diseño esquemático a fin de permitir la evaluación de las decisiones fundamentales en el momento oportuno. Las labores de revisión relativas a la selección de los materiales estructurales y los sistemas estructurales básicos deben comenzar durante el diseño esquemático, mientras que aquéllas relacionadas con el diseño de detalles deben ser efectuadas próximas a la finalización de los documentos de construcción.

8.5.3 El alcance propuesto y el programa de la revisión par del diseño del proyecto debe ser entregados al ingeniero estructural principal de manera que todos los servicios requeridos puedan ser incluidos en el alcance de los servicios del ingeniero estructural principal.

8.5.4 La revisión par del diseño del proyecto debe comenzar con una comprensión clara de la función de la estructura y sus criterios de desempeño como base para revisar el diseño estructural. El alcance de lo que se ha de revisar puede ser dividido en tareas relacionadas con el sistema estructural básico y tareas relacionadas con los detalles del diseño estructural. El alcance de la revisión par del diseño del proyecto pueden incluir:

8.5.4.1 Consideraciones de cargas y disposición respecto a:

- a) Restricciones arquitectónicas o funcionales.
- b) Restricciones por la topografía del terreno, del suelo y de las edificaciones adyacentes.
- c) Efecto de viento, sismo, maremoto, nieve, aguas subterráneas o superficiales entre otros.

8.5.4.2 Evaluación del desempeño:

- a) Cumplimiento de la normativa vigente y estándares adicionales establecidos por el mandante.
- b) Condición estructural de servicio, incluyendo deformaciones, **deriva** lateral y otros movimientos.
- c) Vibración.
- d) Control de grietas.
- e) Estabilidad de la fundación.
- f) Efecto de la deformación, deriva lateral y otros movimientos de elementos no estructurales.

NTM 004

8.5.4.3 Sistema estructural

- a)** Capacidad de los materiales estructurales seleccionados y sistemas básicos para cumplir con los criterios de desempeño para las cargas y configuraciones dadas.
- b)** Grado de redundancia estructural, ductilidad y compatibilidad, especialmente relacionados con las fuerzas laterales.
- c)** Adecuado tamaños y ubicación de los elementos.
- d)** Adecuado tipo y diseño de fundación.
- e)** Compatibilidad del sistema estructural y los elementos no estructurales.
- f)** Detallamiento del sistema estructural.
- g)** Constructibilidad básica de los elementos estructurales y conexiones.

8.5.4.4 Diseño de detalles

- a)** Metodología y verificación selectiva de los cálculos estructurales y cálculos independientes.
- b)** Planos de diseño estructural y especificaciones con una adecuada claridad para su constructibilidad básica y requerimientos de ensaye e inspección.

8.5.5 Después de haber completado la revisión, el equipo de revisión par debe discutir las observaciones con el ingeniero estructural principal. Luego de esta reunión, el equipo de revisión par debe preparar y presentar al cliente un informe escrito que cubra todos los aspectos de la revisión par del diseño del proyecto, incluyendo las conclusiones del equipo de revisión par. En casos especiales se permiten informes de avance en etapas intermedias, adicionales al informe al final de la revisión. El informe puede ser el final del proceso o se puede requerir una respuesta del equipo de diseño con la posterior evaluación de ella por parte del equipo de revisión par. Todo esto debe estar definido en el alcance del servicio de la revisión par del diseño del proyecto. El informe debe incluir lo siguiente:

- a)** Un alcance de los servicios del revisión par del diseño del proyecto con las limitaciones definidas.
- b)** Declaración del estado de los documentos y de su versión.
- c)** Presentación de las observaciones y conclusiones del equipo de revisión par. Deben incluirse los ítems, si hubieren, que no fueron incluidos en el alcance del servicio, pero que a juicio del equipo de revisión par requieren revisión.

NTM 004

d) Recomendaciones.

El ingeniero estructural principal debe revisar el informe cuando lo reciba del equipo de revisión par y debe dar respuestas completas y oportunas a los temas indicados.

8.5.6 El equipo de revisión par no está facultado para cambiar o preparar documentos del proyecto estructural.

8.6 Resolución de diferencias

8.6.1 El tenor del proceso de la revisión par del diseño del proyecto debe ser el de cooperación entre el ingeniero estructural principal y el equipo de revisión par para producir un proyecto de calidad que sea reconocido por todas las partes involucradas. Se debe asegurar la comunicación directa y libre entre el ingeniero estructural principal, el equipo de revisión par y el cliente.

8.6.2 A pesar de lo anterior, pueden aparecer diferencias legítimas entre el ingeniero estructural principal y el equipo de revisión par. Si se llega a una discrepancia insalvable, el cliente debe resolver.

8.6.3 En ningún caso el equipo de revisión par debe reemplazar al ingeniero estructural principal.