



**COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTE**
(Creada por medio de la Ley 400 de 1997)

RESOLUCIÓN NÚMERO 0017 DE XX DE XX DE 2017

Nota: xx se cambiará por la fecha de la reunión de la Comisión de aprobación definitiva

“Por medio de la cual se actualiza la Resolución 0015 de octubre 15 de 2015 respecto a los procedimientos para fijar el alcance de las labores profesionales y establecer los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas en el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997”

**LA COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN
DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES**

En ejercicio de las facultades que le confiere el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997 y

CONSIDERANDO:

Que de acuerdo con el artículo 42 de la Ley 400 de 1997, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes podrá establecer detalladamente el alcance y procedimiento de ejecución de las labores profesionales que se señalan a continuación, según la importancia, área, altura o grupo de uso de las edificaciones

1. Diseño estructural
2. Estudios geotécnicos
3. Diseño de elementos no estructurales
4. Revisión de los diseños y estudios
5. Dirección de la construcción, y
6. Supervisión técnica de la construcción

Que de acuerdo con el parágrafo 2 del artículo 42 de la Ley 400 de 1997, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes podrá establecer los procedimientos para fijar los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores profesionales que se señalan en el artículo 42 de la misma ley, cuando no se trate de servidores públicos.

Que el inciso segundo del parágrafo 3° del artículo 2.2.6.1.2.2.3 del Decreto 1077 de 2015 establece lo siguiente: “... el alcance y procedimiento de la revisión del cumplimiento del Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10 se sujetará a las prescripciones

que para el efecto defina la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, de acuerdo con lo establecido en los artículos 16 y 42 de la Ley 400 de 1997, sus decretos reglamentarios, o las normas que los adicionen, modifiquen o sustituyan.”

Que el día 15 de octubre de 2015 se reunió la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, tal como consta en el Acta de la reunión 127, que de acuerdo con el artículo 5.4 del Reglamento Interno, la Comisión verificó el quórum decisorio y aprobó por unanimidad adoptar la Resolución 0015 del 15 de octubre de 2015, la cual actualizó la Resolución 0004 de octubre 28 de 2004, respecto a los procedimientos para fijar el alcance de las labores profesionales y establecer los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas en el artículo 42 de la Ley 400 de 1997.

Que con posterioridad a la expedición de la Resolución 0015 del 15 de octubre de 2015, el Congreso de la República expidió la Ley 1796 del 13 de julio de 2016, por medio de la cual se establecieron medidas enfocadas al incremento de la seguridad de las edificaciones, la cual modificó y adicionó la Ley 400 de 1997.

Que con ocasión de la Ley 1796 de 2016, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 945 del 5 de junio de 2017 “Por medio del cual se modifica parcialmente el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes”, con el fin de reglamentar los cambios efectuados en la mencionada Ley, principalmente en cuanto a la revisión independiente de los diseños estructurales y la supervisión técnica independiente.

Que con ocasión de la Ley 1796 de 2016, el Gobierno Nacional expidió el Decreto 1203 del 12 de julio de 2017, con el fin de reglamentar los cambios efectuados en la mencionada Ley, en lo relacionado con el estudio, trámite y expedición de las licencias urbanísticas y la función pública que desempeñan los curadores urbanos.

Que con posterioridad al Decreto 1203 de 2017, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio expidió las Resoluciones 462 y 463 del 13 de julio de 2017 por medio de las cuales se establecen los documentos que deberán acompañar las solicitudes de licencias urbanísticas y de modificación de licencias urbanísticas vigentes y se adopta el formulario único nacional de para solicitud de licencias urbanísticas y el reconocimiento de edificaciones y otros documentos.

Que debido a las diferentes y variadas consultas remitidas a las Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes sobre la interpretación y aplicación del Reglamento NSR-10, resulta pertinente precisar y detallar el procedimiento de ejecución de las labores profesionales mediante la presente resolución.

Que el día XX de XX de 2017 y tal como consta en Acta No. XXX, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes aprobó la actualización de la Resolución 0015 del 15 de octubre de 2015, respecto a los procedimientos para fijar el alcance de las labores

profesionales y establecer los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas en el artículo 42 de la Ley 400 de 1997.

Que en mérito de lo anterior,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes actualiza el alcance y procedimiento de la revisión obligatoria del cumplimiento de los requisitos exigidos por la Ley 400 de 1997, modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 19 de 2012 y la Ley 1796 de 2016, y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, expedido por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 y modificado por medio de los Decretos 2525 del 13 de julio de 2010, 92 del 17 de enero de 2011, 340 del 13 de febrero de 2012, y 945 del 5 de junio de 2017, que deben seguir los curadores urbanos y las autoridades municipales o distritales encargadas de la expedición de licencias de construcción y los profesionales que realicen labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción.

ARTÍCULO SEGUNDO: Los procedimientos para establecer la remuneración de los servicios profesionales de labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción, de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, tienen como objeto establecer un referente para la estimación de los honorarios mínimos de los profesionales en retribución a sus labores, excepto cuando se trate de servidores públicos, siempre que se cumpla con el alcance establecido para dichos trabajos en la presente Resolución.

ARTÍCULO TERCERO: Se adopta como parte integrante de esta Resolución y se incorpora como anexo de la misma el documento *“Alcance de los trabajos y valor mínimo de los servicios profesionales de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción de acuerdo con la normativa sismo resistente colombiana (Ley 400 de 1997 y Reglamento NSR-10)”*, elaborado por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.

ARTÍCULO CUARTO: La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes por medio de la presente Resolución establece las prescripciones requeridas por el artículo 2.2.6.1.2.2.3 del Decreto 1077 de 2015.

ARTÍCULO QUINTO: La presente resolución deroga la Resolución 0015 del 15 de octubre de 2015.

ARTÍCULO SEXTO: La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación.

PUBLÍQUESE, COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D.C. el día XX de XX de 2017.

[ORIGINAL FIRMADO]

JUAN FRANCISCO JAVIER CORREAL DAZA

Presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica — AIS
Secretario de la Comisión

RESOLUCIÓN No. 0017 DEL XX DE XX DE 2017

ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y VALOR MÍNIMO DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE DISEÑO ESTRUCTURAL, DE DISEÑO SÍSMICO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, DE REVISIÓN DE LOS DISEÑOS Y ESTUDIOS, DE DIRECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE DE LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMATIVA SISMO RESISTENTE COLOMBIANA (LEY 400 DE 1997 Y REGLAMENTO NSR-10)

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
2. CALIDADES DE LOS PROFESIONALES	10
2.1. CALIDADES	10
2.2. SELECCIÓN DEL PROFESIONAL	12
2.3. OBLIGACIONES DEL PROFESIONAL	12
2.4. OBLIGACIONES DEL CONTRATANTE.....	12
3. OBJETO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS	13
3.1. INTRODUCCIÓN.....	13
3.2. DEFINICIONES.....	13
3.3. DISEÑOS ESTRUCTURALES	13
3.3.1. Objeto	13
3.3.2. Alcance de los trabajos de diseño estructural.....	14
3.3.2.1. Edificaciones nuevas.....	14
3.3.2.1.1. Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas contenido directamente en el Reglamento NSR-10.....	14
3.3.2.1.2. Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas aprobado por la Comisión de Sismo Resistencia	23
(a) Uso de programas de computador de análisis estructural.....	24
(b) Uso de programas de computador de diseño de los miembros estructurales	25
(c) Cálculo del cumplimiento de las derivas permitidas en el análisis dinámico	26
(d) Estructuras que no puedan considerarse edificaciones y estructuras ambientales	26
(e) Procedimientos de excepción aprobados por la Comisión de Sismo Resistencia.....	27
(f) Especificaciones de construcción	27
(g) Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde	28
(h) Edificaciones diseñadas estructuralmente de acuerdo con el Título E del Reglamento NSR-10	33
(i) Estructuras de acero cuyo procedimiento de diseño requiere ensayos experimentales de comprobación	34
(j) Estructuras de madera y guadua cuyo procedimiento de diseño requiere ensayos experimentales de comprobación	34

(k) Inclusión en los planos estructurales de cimentación y estructuras de contención de una casilla para que firme el ingeniero geotecnista	35
(l) Supervisión técnica independiente exigida por el diseñador estructural	35
(m) Datos que debe suministrar el diseñador estructural al diseñador de los elementos no estructurales	35
3.3.2.2. Edificaciones existentes	35
3.3.2.2.1. Alcance del diseño estructural de edificaciones existentes contenido directamente en el Reglamento NSR-10.....	35
3.3.2.2.2. Alcance del diseño estructural de edificaciones existentes ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia	40
(a) Uso de metodologías alternas de evaluación de vulnerabilidad de edificaciones existentes	40
(b) Uso del método de análisis no lineal de plastificación progresiva (push-over) en la validación de la bondad de la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes	40
(c) Uso de materiales alternativos o novedosos en el diseño de rehabilitaciones sísmicas	41
(d) Uso de fibras de carbono y similares en rehabilitaciones sísmicas	41
(e) Inclusión en los planos estructurales de intervención de cimentación y estructuras de contención existentes de una casilla para que firme el ingeniero geotecnista	41
(f) Supervisión técnica independiente exigida por el diseñador estructural.....	41
3.3.2.2.3. Concepto estructural en el caso de reconocimiento de la existencia de edificaciones ejecutadas sin obtener licencia	42
3.3.3. Entregas	42
3.3.3.1. Edificaciones nuevas.....	42
3.3.3.2. Edificaciones existentes	42
3.3.4. Formulación del honorario básico de diseño estructural.....	43
3.3.5. Grado de complejidad	43
3.4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	45
3.4.1. Objeto	45
3.4.2. Alcance de los estudios geotécnicos	46
3.4.2.1. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones nuevas contenido directamente en el Reglamento NSR-10.....	46
3.4.2.2. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de sismo resistencia	57
(a) Supervisión técnica independiente exigida por el ingeniero geotecnista.....	57
3.4.2.3. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones existentes contenido directamente en el Reglamento NSR-10.....	58
3.4.2.4. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones existentes ampliado por la Comisión de sismo resistencia	59
(a) Supervisión técnica independiente exigida por el ingeniero geotecnista.....	59
3.4.3. Entregas	59
3.4.4. Categoría de la unidad de construcción	60
3.4.5. Formulación del costo	60
3.5. DISEÑO SÍSMICO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	60
3.5.1. Propósito y objeto	60

3.5.2. Alcance de los trabajos de diseño sísmico de elementos no estructurales contenido directamente en el Reglamento NSR-10	61
3.5.3. Entregas	67
3.5.4. Grado de complejidad	69
3.5.5. Formulación del costo	69
3.6. REVISIÓN DE DISEÑOS ESTRUCTURALES.....	69
3.6.1. Objeto	69
3.6.2. Alcance de los trabajos	69
3.6.3. Entregas	71
3.6.4. Grado de complejidad	71
3.6.5. Formulación del costo	71
3.7. REVISIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	72
3.7.1. Objeto	72
3.7.2. Alcance de los trabajos	72
3.7.3. Entregas	72
3.7.4. Grado de complejidad	72
3.7.5. Formulación del costo	72
3.8. REVISIÓN DE DISEÑOS SÍSMICOS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.....	73
3.8.1. Objeto	73
3.8.2. Alcance de los trabajos	73
3.8.3. Entregas	73
3.8.4. Grado de complejidad	73
3.8.5. Formulación del costo	74
3.9. DIRECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN	74
3.9.1. Objeto	74
3.9.2. Alcance de los trabajos	74
3.9.3. Entregas	75
3.9.4. Grado de complejidad	75
3.9.5. Formulación del costo	75
3.10. SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE	75
3.10.1. Objeto	75
3.10.2. Alcance de la supervisión técnica independiente dado en el Reglamento NSR-10	75
3.10.3. Entregas	78
3.10.4. Grado de complejidad	78
3.10.5. Formulación del costo	79
4. CÁLCULO DE LOS HONORARIOS.....	79
4.1. COSTO DE LAS ESTRUCTURAS.....	79
4.2. VALOR DE LOS HONORARIOS	79
4.2.1. Diseños estructurales	79
4.2.2. Estudios geotécnicos	80
4.2.3. Diseño sísmico de elementos no estructurales.....	80
4.2.4. Revisión de diseños estructurales	81
4.2.5. Revisión de estudios geotécnicos.....	82
4.2.6. Revisión de diseños sísmicos de elementos no estructurales.....	82

4.2.7. Dirección de la construcción	82
4.2.8. Supervisión técnica independiente	82
5. ASPECTOS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO AFECTADOS POR EL REGLAMENTO NSR-10	83
5.1. AFECTACIONES AL ALCANCE DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO	84
5.1.1. En la Ley 400 de 1997	84
5.1.2. En el Reglamento NSR-10	84
6. RESPONSABILIDADES	90
6.1. DIVISIÓN DE LA RESPONSABILIDAD DE LOS PROFESIONALES Y DEL PROPIETARIO.....	90
6.1.1. En la Ley 400 de 1997	90
6.1.2. En el Reglamento NSR-10.....	93
Apéndice I — Artículos de la Ley 400 de 1997 [modificada por la Ley 1229 de 2008, por el Decreto-Ley 0019 de 2012 y por la Ley 1796 de 2016] y secciones del Reglamento NSR-10 donde se mencionan obligaciones del propietario o contratante de los profesionales.....	102
Apéndice II — Se transcribe el Capítulo A.13 — Definiciones generales del Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10	105

ALCANCE DE LOS TRABAJOS Y VALOR MÍNIMO DE LOS SERVICIOS PROFESIONALES DE DISEÑO ESTRUCTURAL, DE DISEÑO SÍSMICO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, DE ELABORACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, DE REVISIÓN DE LOS DISEÑOS Y ESTUDIOS, DE DIRECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE DE LA CONSTRUCCIÓN DE ACUERDO CON LA NORMATIVA SISMO RESISTENTE COLOMBIANA (LEY 400 DE 1997 Y REGLAMENTO NSR-10)

1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por medio de la Ley 400 de 1997, y de acuerdo con la autorización que le da el Artículo 42 de la misma Ley en el presente documento recopila y amplía el alcance y procedimiento de ejecución de los servicios profesionales a que hace referencia la Ley 400 de 1997 (modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 19 de 2012 y la Ley 1796 de 2016) y el Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017), fijando además de acuerdo con la autorización que le da el Parágrafo 2 del Artículo 42 de la Ley 400 de 1997 una manera para establecer, de acuerdo con la autorización mencionada, el valor mínimo de retribución de estos trabajos.

(Nota: en la presente resolución todo texto que corresponda a una transcripción de artículo de una Ley o un Decreto se ha sombreado en gris, lo cual indica que el texto sombreado solo podría ser modificado por medio de una Ley del Congreso de la República o por medio de un Decreto expedido por el Presidente de la República.)

El Artículo 42 de la Ley 400 de 1997 indica:

ARTICULO 42. Atribuciones especiales - La "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" podrá establecer detalladamente el alcance y procedimiento de ejecución de las labores profesionales que se señalan a continuación según la importancia, área, altura o grupo de uso de las edificaciones.

1. Diseño estructural
2. Estudios geotécnicos
3. Diseño de elementos no estructurales
4. Revisión de los diseños y estudios
5. Dirección de la construcción, y
6. Supervisión técnica de la construcción

Parágrafo 1. La Comisión podrá fijar los procedimientos por medio de los cuales se establezca la idoneidad, experiencia profesional y conocimiento de las normas sobre construcciones sismo resistentes, que deben tener los profesionales y el personal auxiliar que desarrolle las mencionadas labores, con la periodicidad que estime conveniente.

Parágrafo 2. La Comisión podrá establecer los procedimientos para fijar los honorarios mínimos que se utilicen para retribuir las labores mencionadas, cuando no se trate de servidores públicos.

2. CALIDADES DE LOS PROFESIONALES

2.1. CALIDADES

La Ley 400 de 1997 (modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 019 de 2012 y la Ley 1796 de 2016, y sus Reglamentos) fija las calidades de los profesionales que realicen labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción y se encuentran reglamentadas en el Apéndice A-5 del Reglamento NSR-10, el cual tiene el siguiente contenido:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en la Ley correspondiente o en el Reglamento NSR-10. Lo presentado sombreado corresponde, ya bien sea a requisitos de Ley, los cuales solo podrían ser cambiando por medio de una Ley expedida por el Congreso de la República, o bien por un decreto reglamentario, lo cual solo podría ser modificado por medio de otro decreto expedido por el Presidente de la República.

Apéndice A-5 – Calidades, experiencia, idoneidad y acreditación de profesionales (Calidades de los profesionales que realicen labores de diseño estructural, de diseño sísmico de elementos no estructurales, de elaboración de estudios geotécnicos, de revisión de los diseños y estudios, de dirección de la construcción y de supervisión técnica independiente de la construcción, y los mecanismos y tramites por medio de los cuales se demuestre la experiencia profesional, idoneidad y el conocimiento de la Ley 400 de 1997 modificada por medio la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 019 de 2012 y la Ley 1796 de 2016, y sus Reglamentos)

A-5.1 – Propósito y Alcance del Apéndice A-5

A-5.2 – Profesiones reguladas por la Ley 400 de 1997 y sus posteriores modificaciones

Tabla A-5.2-1 – Resumen de las calidades, calidades, experiencia de los profesionales

Labor profesional	Matrícula Profesional	Experiencia mínima	Independencia
Diseño Estructural	Ingeniero civil	Para el diseño estructural y/o el diseño de la resistencia al fuego de elementos estructurales Estudios de postgrado en el área de estructuras o cinco (5) años de experiencia en el área de estructuras.	No requiere
Estudio Geotécnico	Ingeniero civil	Estudios de postgrado en el área de geotecnia o cinco (5) años de experiencia en diseño geotécnico de fundaciones.	No requiere
Diseño de elementos no estructurales	Arquitecto Ingeniero civil Ingeniero mecánico	Para el diseño sísmico de acabados y elementos arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, mecánicos y eléctricos, estudios de postgrado en estructuras o ingeniería sísmica, o experiencia dirigida mayor de tres (3) años en diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, construcción, interventoría o supervisión técnica. Para el diseño de medios de evacuación y elementos no estructurales en su resistencia al fuego, arquitecto con experiencia mayor de tres (3) años en diseño arquitectónico, diseño de elementos no estructurales, o estudios de postgrado en construcción. Para el diseño de sistemas hidráulicos de protección contra incendios, Ingeniero civil o Ingeniero mecánico, con experiencia mayor de tres (3) años en diseño de sistemas hidráulicos para extinción de incendios; y/o Ingeniero hidráulico o Ingeniero sanitario con experiencia mayor de tres (3) años en diseño de sistemas hidráulicos para extinción de incendios.	No requiere

Labor profesional	Matrícula Profesional	Experiencia mínima	Independencia
		Para el diseño de los sistemas de detección y notificación en caso de incendio: Ingeniero eléctrico con experiencia mayor de tres años en diseño de sistemas de alarma, detección y notificación de incendios.	
Revisor de diseños estructurales	Ingeniero civil	Experiencia mayor de cinco (5) años en diseño estructural, o estudios de postgrado en el área de estructuras, o ingeniería sísmica.	Independencia laboral del diseñador y del titular de la licencia
Revisor de estudios geotécnicos	Ingeniero civil	Experiencia mayor de cinco (5) años en trabajos geotécnicos, o estudios de postgrado en el área de geotecnia.	Independencia laboral del elaborador del estudio
Revisor de diseños de elementos no estructurales	Arquitecto Ingeniero civil Ingeniero mecánico	Revisor del diseño sísmico de acabados y elementos arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios, mecánicos y eléctricos, experiencia mayor de cinco (5) años en diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, construcción, interventoría o supervisión técnica, o estudios de postgrado en el área de estructuras o ingeniería sísmica. Revisor de los diseños para medios de evacuación y protección contra incendios, arquitecto, ingeniero civil, ingeniero hidráulico y/o Ingeniero mecánico, con experiencia mayor de cinco (5) años en diseño arquitectónico, estructuras, hidráulica o ingeniería eléctrica o estudios de postgrado en el área de diseño arquitectónico, estructuras, ingeniería hidráulica o ingeniería eléctrica.	Independencia laboral del diseñador
Director de construcción	Ingeniero civil Arquitecto Constructor en arquitectura e ingeniería Ingeniero mecánico (solo en estructuras metálicas o prefabricadas)	Experiencia mayor de tres (3) años en construcción, diseño estructural, diseño de elementos no estructurales, trabajos geotécnicos, interventoría o supervisión técnica, o estudios de postgrado en construcción, estructuras, geotecnia o ingeniería sísmica.	No requiere
Supervisor técnico independiente	Ingeniero civil Arquitecto Constructor en arquitectura e ingeniería Ingeniero mecánico (solo en estructuras metálicas)	Experiencia mayor de cinco (5) años en diseño estructural, construcción, interventoría o supervisión técnica (Nota: la Ley no contempla estudios de postgrado en este caso).	Independencia laboral del constructor de la estructura o de los elementos no estructurales

A-5.3 – Mecanismo general de acreditación profesional

A-5.4 – Acreditación y validación de la experiencia profesional

A-5.5 – Acreditación de la idoneidad profesional y el conocimiento de la reglamentación de sismo resistencia

A-5.6 – Registro Único Nacional de Profesionales Acreditados

A-5.7 – Incompatibilidades en las labores de revisión de los diseños y supervisión técnica independiente

2.2. SELECCIÓN DEL PROFESIONAL

Los estudios y otros trabajos profesionales asociados deben desarrollarse de una manera eficiente y dentro de una atmósfera de mutuo respeto y confianza entre el contratante y el profesional. No sobra insistir que la escogencia del profesional debe basarse en la calidad y experiencia en la prestación del servicio que ofrezca, y no en el valor de los honorarios que cobre por sus servicios.

2.3. OBLIGACIONES DEL PROFESIONAL

El profesional contratado para realizar cualquiera de las labores enumeradas y descritas anteriormente debe cumplir con las siguientes obligaciones:

1. Cumplir con los requisitos de Ley respecto a profesión y experiencia requerida para ejecutar las labores contratadas.
2. En sus trabajos debe cumplir, como mínimo, con los alcances que se fijan en la presente Resolución.
3. Los arquitectos deben cumplir con el Código de Ética Profesional para el ejercicio de la arquitectura y sus profesiones auxiliares, contenido en la Ley 435 de 1998 y el Decreto 932 de 1998.
4. Los ingenieros, en su ejercicio profesional, deben cumplir lo indicado en la Ley 842 de 2003, modificada por la Ley 1325 de 2009 y por la Ley 1796 de 2016, respecto al Código de Ética para el ejercicio de la Ingeniería en general y sus profesiones afines y auxiliares.
5. Los profesionales deben ser conscientes y aceptar el régimen de responsabilidad de los profesionales de la sección A.1.3.14 del Reglamento NSR-10.

2.4. OBLIGACIONES DEL CONTRATANTE

En la misma forma que el profesional se compromete con dar cumplimiento al alcance de las labores contratadas, el contratante debe cumplir con una serie de obligaciones (En el Apéndice I se indican los artículos de la Ley 400 de 1997 donde se mencionan obligaciones del propietario o contratante de los profesionales y de igual manera allí se indican las secciones del Reglamento NSR-10 donde se mencionan obligaciones del propietario o contratante de los profesionales) que pueden resumirse así:

1. Debe suministrar oportunamente toda la información relevante respecto al proyecto arquitectónico y los estudios realizados por otros profesionales.
2. Debe definir oportunamente las necesidades que debe satisfacer el proyecto, los criterios especiales tales como deflexiones máximas, cargas especiales, características vibratorias de los equipos, requisitos especiales de protección contra el fuego, etc.
3. Suscribir un contrato con el profesional antes de la iniciación de los trabajos.
4. Autorizar por escrito cualquier trabajo adicional antes de su iniciación.
5. Pagar oportunamente los honorarios acordados en el contrato en las fechas establecidas en el mismo.

6. Establecer de común acuerdo, una programación realista para la realización de los estudios y trabajos, con holguras suficientes para poder sortear los imprevistos que se presenten.
7. Remunerar los costos de las modificaciones que se realicen al alcance de los trabajos con posterioridad a las entregas programadas.
8. Comunicar oportunamente cualquier información que pueda afectar el cumplimiento de los pagos al profesional por sus labores de diseño.
9. Aceptar que los planos, memorias, especificaciones y otros documentos preparados por el profesional son para el uso exclusivo en un proyecto específico y el autor conserva su propiedad intelectual sobre ellos, a menos que acepte ceder esos derechos contractualmente.
10. Contratar los servicios de supervisión técnica independiente de acuerdo con la normativa sismo resistente.
11. No establecer en las cotizaciones y contratos unos límites a las condiciones y cuantías del diseño estructural, u otros aspectos, que puedan inducir a una búsqueda de resultados que no cumplan con los mínimos permitidos por el Reglamento NSR-10.

3. OBJETO Y ALCANCE DE LOS TRABAJOS

3.1. INTRODUCCIÓN

En el Capítulo 3 de la presente Resolución se transcribe y explica el objeto de los trabajos profesionales cubiertos por la normativa sismo resistente colombiana, se relaciona y amplía el alcance mínimo que deben tener las labores correspondientes a estos trabajos y se explican las entregas parciales que deben realizarse en el transcurso de ellas, cuando sean del caso, y las entregas finales a la culminación de los trabajos. Además, algunos de los trabajos se dividen de acuerdo con el grado de complejidad según la según la importancia, área, altura o grupo de uso de las edificaciones.

3.2. DEFINICIONES

Deben consultarse las definiciones consignadas en la Ley 400 de 1997 y en el Capítulo A.13 – *Definiciones generales del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 y Nomenclatura del Título A*, del Reglamento NSR-10. El cual se transcribe en el Apéndice II de la presente Resolución.

3.3. DISEÑOS ESTRUCTURALES

3.3.1. Objeto

La normativa sismo resistente divide los diseños estructurales en dos grandes categorías:

- a) Diseño estructural de edificaciones nuevas, y
- b) Evaluación y diseño de modificaciones al sistema estructural de edificaciones existentes. Dentro de esta categoría se contemplan los siguientes casos:
 1. Ampliaciones de la edificación,
 2. Análisis de vulnerabilidad,
 3. Reforzamiento y rehabilitación sísmica, y
 4. Reparación de daños con posterioridad a un sismo.

Los diseños estructurales, en el caso de edificaciones nuevas, tienen por objeto la producción de las memorias de cálculo, planos, especificaciones y cantidades totales de materiales que permitan la construcción de la estructura diseñada de acuerdo con la normativa sismo resistente vigente.

En el caso de edificaciones existentes, el diseño estructural incluye la recolección y obtención de información sobre la estructura existente, la calificación del sistema estructural existente, el análisis de vulnerabilidad de la estructura, el diseño de las modificaciones al sistema estructural existente y el diseño de las porciones nuevas de la estructura de la edificación, según sean del caso, incluyendo la reparación de daños de la estructura con posterioridad a un sismo.

3.3.2. Alcance de los trabajos de diseño estructural

3.3.2.1. Edificaciones nuevas

3.3.2.1.1. Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas contenido directamente en el Reglamento NSR-10

El alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas contenido directamente en el Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 072 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017), se encuentra en las siguientes secciones:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en el Reglamento NSR-10. Los comentarios explicativos que se incluyen los hace la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.)

TÍTULO A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

CAPÍTULO A.1 – INTRODUCCIÓN

A.1.3 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.4 – Diseño estructural

[Comentario: aquí se indica que el diseño estructural debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin, de acuerdo con la Ley 400 de 1997. La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las fuerzas sísmicas (deriva) y ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación.]

Tabla A.1.3 -1 – Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes

[Comentario: en la Tabla A.1.3-1 se especifican las etapas que deben llevarse a cabo en el diseño estructural de edificaciones nuevas en su columna izquierda, diferentes a las cubiertas en A.1.3.11. En la Tabla A.1.3-1 se define el orden del procedimiento de diseño de edificaciones nuevas en las siguientes etapas:

Paso 1 – Predimensionamiento y coordinación con los otros profesionales

Paso 2 – Evaluación de las solicitudes definitivas (Título B)

Paso 3 – Obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de A_a y A_v (Capítulo A.2)

Paso 4 – Movimientos sísmicos de diseño (Capítulos A.2 y A.12)

Paso 5 – Características de la estructuración y del material estructural empleado (Capítulo A.3)

Paso 6 – Grado de irregularidad de la estructura y procedimiento de análisis (Capítulo A.3)

Paso 7 — Determinación de las fuerzas sísmicas (Capítulos A.4 y A.5)

Paso 8 — Análisis sísmico de la estructura (Capítulo A.3)

Paso 9 — Desplazamientos horizontales (Capítulo A.6)

Paso 10 — Verificación de derivas (Capítulo A.6)

Paso 11 — Combinación de las diferentes solicitaciones (Capítulo B.2)

Paso 12 — Diseño de los elementos estructurales (Títulos C, D, E, F y G).]

A.1.3.5 – Diseño de la cimentación

[Comentario: Para efectos del diseño estructural de los elementos que componen la cimentación, se emplean los resultados de las combinaciones realizadas en el paso 11 de la Tabla A.1.3-1, empleando las cargas apropiadas y las fuerzas sísmicas reducidas de diseño, E, a partir de las reacciones de la estructura sobre estos elementos, tomando en cuenta la capacidad de la estructura. En el diseño de los elementos de cimentación deben seguirse los requisitos propios del material estructural y del Título H de este Reglamento.]

A.1.3.10 – Edificaciones indispensables

[Comentario: las edificaciones indispensables, pertenecientes al grupo de uso IV, tal como las define A.2.5.1.1, y las incluidas en los literales (a), (b), (c) y (d) del grupo de uso III, tal como las define A.2.5.1.2, deben diseñarse y construirse cumpliendo los requisitos presentados en el procedimiento de diseño definido en A.1.3.2 a A.1.3.8, y además los requisitos adicionales dados en el Capítulo A.12, dentro de los cuales se amplía el Paso 10 de la Tabla A.1.3-1, exigiendo una verificación de la edificación para los movimientos sísmicos correspondientes al umbral de daño de la edificación. En relación con las edificaciones incluidas en los literales (e) y (f) del grupo de uso III, como lo define A.2.5.1.2, queda a decisión del propietario en el primer caso o de la autoridad competente en el segundo caso, definir si se requiere adelantar el diseño de ellas según los requisitos especiales del Capítulo A.12.]

A.1.3.11 – Casas de uno y dos pisos

[Comentario: las edificaciones de uno y dos pisos deben diseñarse de acuerdo con los Capítulos A.1 a A.12 de este Reglamento. Las casas de uno y dos pisos del grupo de uso I, tal como lo define A.2.5.1.4, que no formen parte de programas de cinco o más unidades de vivienda ni tengan o superen los dos mil metros cuadrado (2000 m²) de área construida en conjunto, pueden diseñarse alternativamente de acuerdo con los requisitos del Título E de este Reglamento, caso en el cual no estarán obligadas a contar con la supervisión técnica independiente ni con la revisión independiente de los diseños estructurales.]

A.1.3.12 – Aspectos fundamentales de diseño

[Comentario: en las edificaciones definidas en esta sección deben considerarse algunos aspectos especiales en su diseño, dentro de los cuales se cuentan: influencia del tipo de suelo en la amplificación de los movimientos sísmicos, potencial de licuación del suelo en el lugar, posibilidad de falla de taludes o remoción en masa debida al sismo, comportamiento en grupo del conjunto ante solicitaciones sísmicas, eólicas y térmicas de acuerdo con los juntas que tenga el proyecto, y especificaciones complementarias acerca de la calidad de los materiales a utilizar y del alcance de los ensayos de comprobación técnica de la calidad real de estos materiales, y verificación de la concepción estructural de la edificación desde el punto de vista de cargas verticales y fuerzas horizontales.]

A.1.3.13 – Construcción responsable ambientalmente

[Comentario: las edificaciones que se adelanten en el territorio nacional deben cumplir con la legislación y reglamentación nacional, departamental y municipal o distrital respecto al uso responsable ambientalmente de materiales y procedimientos constructivos. Esta responsabilidad ambiental debe desarrollarse desde la etapa de diseño y aplicarse y verificarse en la etapa de construcción, por todos los profesionales y demás personas que intervengan en dichas etapas. Debe consultarse el Título 7 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, y las Resoluciones 549 de

2015 y 463 de 2017 expedidas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Los responsables del cumplimiento de estas medidas están definidos en la Resolución 463 de 2017 y son el arquitecto diseñador y el constructor responsable.]

A.1.4 – CONSIDERACIONES ESPECIALES

A.1.4.2 – Sistemas prefabricados

[Comentario: de acuerdo con lo establecido en el Artículo 12 de la Ley 400 de 1997, se permite el uso de sistemas de resistencia sísmica que estén compuestos, parcial o totalmente, por elementos prefabricados, que no estén cubiertos por este Reglamento, siempre y cuando cumpla uno de los dos procedimientos siguientes: (a) Se utilicen los criterios de diseño sísmico presentados en A.3.1.7, o (b) Se obtenga una autorización previa de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, de acuerdo con los requisitos y responsabilidades establecidas en el Artículo 14 de la Ley 400 de 1997.]

A.1.5 – DISEÑOS, PLANOS, MEMORIAS Y ESTUDIOS

A.1.5.1 – Diseño por responsable

[Comentario: la responsabilidad de los diseños de los diferentes elementos que componen la edificación recae en los profesionales bajo cuya dirección se elaboran los diferentes diseños particulares. Se presume, que cuando un elemento figure en un plano o memoria de diseño, es porque se han tomado todas las medidas necesarias para cumplir el propósito del Reglamento y por lo tanto el profesional que firma el plano es el responsable del diseño correspondiente. Deben consultarse las definiciones del Capítulo A.13 del Reglamento NSR-10 (véase el Apéndice II de la presente Resolución). Cuando se especifican elementos cuyo suministro e instalación se realiza por parte de su fabricante, o siguiendo sus instrucciones, el diseñador puede limitarse a especificar en sus planos, memorias o especificaciones, las características que deben cumplir los elementos, y la responsabilidad de que se cumplan estas características recae en el constructor que suscribe la licencia de construcción.]

A.1.5.2 – Planos

[Comentario: los planos estructurales que se presenten para la obtención de la licencia de construcción deben ser iguales a los utilizados en la construcción de la obra, y por lo menos una copia debe permanecer en archivo de la Curaduría, departamento administrativo o dependencia distrital o municipal encargada de expedir las licencias de construcción. La Curaduría Urbana o la dependencia municipal o distrital encargada de expedir las licencias de construcción, podrá solicitar una copia en medio magnético del proyecto estructural (planos y memorias), en los formatos digitales que ésta defina.]

A.1.5.2.1 – Planos estructurales

[Comentario: los planos estructurales deben ir firmados por un ingeniero civil facultado para ese fin y quien obra como diseñador estructural responsable. En esta sección se indica el contenido mínimo de los planos estructurales respecto a: (a) especificaciones de los materiales de construcción que se van a utilizar en la estructura, (b) tamaño y localización de todos los elementos estructurales así como sus dimensiones y refuerzo, (c) precauciones que se deben tener en cuenta durante la construcción, (d) localización y magnitud de todas las fuerzas de preesfuerzo, (e) tipo y localización de las conexiones entre elementos estructurales, (f) el grado de capacidad de disipación de energía bajo el cual se diseñó el material estructural del sistema de resistencia sísmica, (g) las cargas vivas y de acabados supuestas en los cálculos, y (h) el grupo de uso al cual pertenece la edificación.]

A.1.5.3 – Memorias

[Comentario: los planos deben ir acompañados por memorias de diseño y cálculo en las cuales se describan los procedimientos por medio de los cuales se realizaron los diseños.]

A.1.5.3.1 – Memorias estructurales

[Comentario: Los planos estructurales que se presenten para obtener la licencia de construcción deben ir acompañados de la memoria justificativa de cálculos, firmada por el Ingeniero que realizó el diseño estructural. En esta memoria debe incluirse una descripción del sistema estructural usado, y además deben anotarse claramente las cargas verticales, el grado de capacidad de disipación de energía del sistema de resistencia sísmica, el cálculo de la fuerza sísmica, el tipo de análisis estructural utilizado y la verificación de que las derivas máximas no fueron excedidas. Cuando se use un equipo de procesamiento automático de información, además de lo anterior, debe entregarse una descripción de los principios bajo los cuales se realiza el modelo digital y su análisis estructural y los datos de entrada al procesador automático debidamente identificados. Los datos de salida pueden utilizarse para ilustrar los resultados y pueden incluirse en su totalidad en un anexo a las memorias de cálculo, pero no pueden constituirse en sí mismos como memorias de cálculo, requiriéndose de una memoria explicativa sobre su utilización en el diseño.]

CAPÍTULO A.2 – ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO

A.2.1 – GENERAL

A.2.1.1 – Movimientos sísmicos prescritos

[Comentario: para efectos del diseño sísmico de la estructura, ésta debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica, baja, intermedia o alta, y además deben utilizarse los movimientos sísmicos de diseño definidos en el presente Capítulo, los cuales se pueden expresar por medio del espectro elástico de diseño definido en A.2.6, o por medio de familias de acelerogramas que cumplan los requisitos de A.2.7.]

A.2.1.2 – Efectos locales diferentes

[Comentario: pueden utilizarse movimientos sísmicos de diseño diferentes a los definidos en A.2.4, si se demuestra que fueron obtenidos utilizando mejor información proveniente de un estudio detallado de propagación de la onda sísmica a través del suelo existente debajo del sitio, o de la incidencia de la topografía del lugar, en el caso de que exista una microzonificación sísmica debidamente aprobada por el municipio o distrito (secciones A.2.1.2.1, A.2.9, A.12.2.3, A.12.3.5, H.5.2.5, H.7.4.5 y H.8.2.5 del Reglamento NSR-10), o que se realice un estudio particular de sitio (secciones A.2.4.5, A.2.4.5.5, A.2.9.3.6, A.2.10 y A.10.3.5 del Reglamento NSR-10).]

A.2.2 – MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO

[Comentario: los movimientos sísmicos de diseño se definen en función de la aceleración pico efectiva, representada por el parámetro A_a y de la velocidad pico efectiva, representada por el parámetro A_v , para una probabilidad del diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años. Los valores de estos coeficientes, para las ciudades capitales de departamento se presentan en la Tabla A.2.3-2 y para todos los municipios del país en el Apéndice A-4.]

A.2.3 – ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA

[Comentario: la edificación debe localizarse dentro de una de las zonas de amenaza sísmica que se definen en esta sección.]

A.2.4 – EFECTOS LOCALES

[Comentario: en esta sección se dan los tipos de perfil de suelo y los valores de los coeficientes de sitio. El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados.]

A.2.5 – COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

[Comentario: en esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia. Los grupos de uso se dividen en: Grupo IV – Edificaciones indispensables, Grupo III – Edificaciones de atención a la comunidad, Grupo II – Estructuras de ocupación especial y Grupo I – Estructuras de ocupación normal. Los valores del coeficiente de importancia, I , están dados en la Tabla A.2.5-1.]

A.2.6 – ESPECTRO DE DISEÑO

[Comentario: En esta sección se definen el espectro de aceleraciones, el espectro de velocidades y el espectro de desplazamientos, todos ellos para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del amortiguamiento crítico.]

A.2.7 – FAMILIAS DE ACELEROGRAMAS

[Comentario: cuando se empleen procedimientos de análisis dinámico consistentes en evaluaciones contra el tiempo, obtenidas integrando paso a paso la ecuación de movimiento, los acelerogramas que se utilicen deben cumplir los requisitos de esta sección.]

A.2.8 – COMPONENTE VERTICAL DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS

[Comentario: en esta sección se define la componente vertical de los movimientos sísmicos de diseño.]

CAPÍTULO A.3 – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

A.3.1 – BASES GENERALES DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

A.3.1.1 – Procedimiento de diseño

[Comentario: en el Capítulo A.3 del Reglamento NSR-10, se definen los siguientes aspectos del diseño sísmico resistente: (a) Los tipos de sistemas estructurales de resistencia sísmica, y los diferentes métodos de análisis, los cuales dependen del grado de irregularidad del sistema estructural y permiten determinar el cortante sísmico en la base y su distribución en la altura de la edificación; (b) las fuerzas sísmicas correspondientes a cada nivel, se aplican al sistema estructural de resistencia sísmica escogido; (c) Por medio de un modelo matemático apropiado se determinan las deflexiones de la estructura y las fuerzas internas en cada elemento del sistema estructural producidas por las fuerzas sísmicas; (d) se verifican las derivas para las deflexiones horizontales de la estructura obtenidas del análisis; (e) se efectúa el diseño de los elementos y sus conexiones utilizando todas las solicitaciones requeridas por el Título B del Reglamento, debidamente combinadas según se exige allí. Las fuerzas sísmicas obtenidas del análisis F_s , se reducen, dividiéndolas por el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R , correspondiente al sistema estructural de resistencia sísmica, para obtener las fuerzas sísmicas reducidas de diseño ($E = F_s / R$) que se deben emplear en las combinaciones de carga prescritas en el Título B; (f) El valor del coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico, R_0 , multiplicado por los coeficientes por irregularidades en altura, en planta, y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica; (g) en los elementos frágiles de conexión entre elementos y otros que de acuerdo con los requisitos de los materiales estructurales que los constituyen requieran el uso del coeficiente de sobrerresistencia Ω_0 , se diseñan de acuerdo con la sección A.3.3.9; (h) el diseño de los elementos estructurales y sus conexiones se realiza cumpliendo los requisitos exigidos para el material estructural según lo permitan los Títulos C, D, E, F y G del Reglamento NSR-10, para el grado de capacidad de disipación de energía requerido para el material (DES, DMO o DMI) y (i) estas fuerzas de diseño de los elementos estructurales son fuerzas al nivel de resistencia. En el diseño estructural deben cumplirse todos los requisitos del Capítulo A.3 respecto a los sistemas estructurales permitidos según la zona de amenaza sísmica, el grupo de uso de la edificación y la máxima altura permitida, la restricción al uso de determinados sistemas como los pórticos losa-columna sin vigas, incluyendo las losas postensadas sin vigas y el reticular celular, la configuración de la estructura teniendo en cuenta la irregularidad en planta, en altura y por ausencia de redundancia, la definición del método de análisis estructural apropiado dentro de los permitidos y definidos en los Capítulos A.4 y A.5, la capacidad de disipación de energía en el rango inelástico que debe cumplir el material estructural empleado en el diseño de los elementos estructurales y la cimentación (véase A.3.6.9 respecto a los requisitos de capacidad de disipación de energía de elementos estructurales localizados entre la cimentación y el nivel del terreno), el cumplimiento de las derivas y separación entre

estructuras adyacentes del Capítulo A.6, y los otros requisitos contenidos en los Capítulos A.7, A.8 y A.12 para los grupos de uso III y IV. Se debe tener especial precaución en el diseño y uso de sistemas de losas planas postensadas en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, así como en zonas de velocidades altas de viento, donde se deben considerar que los efectos sísmicos y de viento son tomados por elementos de gran rigidez horizontal como lo son los muros de concreto bien proporcionados y ubicados estratégicamente en la edificación, y se debe considerar el efecto de las losas planas únicamente como diafragma ante cargas horizontales sin aportar rigidez alguna al sistema de resistencia de cargas laterales. Se deben tener en cuenta los efectos de transferencia de las fuerzas inerciales en el plano de las losas diseñadas como diafragmas y el uso de elementos colectores, por ejemplo, que transmitan las fuerzas inerciales de manera adecuada a los elementos verticales. Por otro lado, se debe prestar especial precaución en los casos en que se utilicen tendones de postensado del tipo no adherido en aplicaciones sísmicas, los cuales han demostrado un pobre desempeño estructural si no se utilizan adecuadamente en combinación con refuerzo corrugado no preesforzado.]

TÍTULO B – CARGAS

CAPÍTULO B.1 – REQUISITOS GENERALES

B.1.1 – ALCANCE

[Comentario: en el Título B del Reglamento NSR-10, se presentan los requisitos mínimos que deben cumplir las edificaciones con respecto a las cargas que deben emplearse en su diseño estructural, diferentes a las fuerzas o efectos que impone el sismo. Para que una estructura sismo resistente cumpla adecuadamente su objetivo, debe ser capaz de resistir además de los efectos sísmicos, los efectos de las cargas prescritas en el Título B. El diseño de los elementos estructurales de la edificación debe hacerse para la combinación de carga crítica.]

B.1.2 – REQUISITOS BÁSICOS

[Comentario: La estructura y todas sus partes deben cumplir, además de las prescripciones dadas en el Título A por razones sísmicas, los siguientes requisitos básicos.]

B.1.2.1.1 – Resistencia

[Comentario: la estructura de la edificación y todas sus partes deben diseñarse y construirse para que los materiales utilizados en la construcción de los elementos y sus conexiones puedan soportar con seguridad todas las cargas incluidas en el Título B del Reglamento NSR-10 sin exceder las resistencias de diseño.]

B.1.2.1.2 – Funcionamiento

[Comentario: los sistemas estructurales y sus componentes deben diseñarse para que tengan una rigidez adecuada que limite: (a) las deflexiones verticales de los elementos, (b) la deriva ante cargas de sismo y viento, (c) las vibraciones y (d) cualquier otra deformación que afecte adversamente el funcionamiento de la estructura o edificación.]

B.1.2.1.3 – Fuerzas causadas por deformaciones impuestas

[Comentario: en el diseño estructural deben tenerse en cuenta las fuerzas causadas por deformaciones impuestas a la estructura por: asentamientos diferenciales, por restricción a los cambios dimensionales debidos a variaciones de temperatura, expansiones por humedad, retracción de fraguado, flujo plástico y efectos similares.]

B.1.2.1.4 – Análisis

[Comentario: en el diseño estructural los efectos de las cargas en los diferentes elementos de la estructura y sus conexiones deben determinarse utilizando métodos aceptados de análisis estructural, teniendo en cuenta los principios de equilibrio, estabilidad general, compatibilidad de deformaciones y las propiedades de los materiales tanto a corto como a largo plazo. En aquellos elementos que tiendan a acumular deformaciones residuales bajo cargas de servicio sostenidas (flujo plástico) debe tenerse en cuenta en el análisis sus efectos durante la vida útil de la estructura.]

B.1.3 – UNIDAD E INTEGRIDAD ESTRUCTURAL GENERAL

[Comentario: además de los requisitos de amarre entre partes de la estructura y entre los elementos estructurales que se dan por razones sísmicas en el Título A, deben tenerse en cuenta los requisitos adicionales que se dan en esta sección.]

B.1.4 – TRAYECTORIAS DE CARGAS

[Comentario: el sistema estructural debe diseñarse de tal manera que exista una trayectoria continua para todas las cargas y solicitaciones consideradas en el diseño como se indica en esta sección.]

CAPÍTULO B.2 – COMBINACIONES DE CARGA

B.2.1 – DEFINICIONES Y LIMITACIONES

B.2.1.1 – Definiciones

[Comentario: las definiciones dadas en esta sección aplican al Título B del Reglamento NSR-10.]

B.2.1.1 – Limitación

[Comentario: la seguridad de la estructura puede verificarse utilizando los requisitos de B.2.3 o B.2.4 dependiendo del método de diseño escogido y del material estructural. Una vez se ha determinado si se usan unos requisitos u otros, el diseño debe hacerse en su totalidad siguiendo los requisitos de ese numeral para todos los elementos de la estructura.]

B.2.3 – COMBINACIONES DE CARGA PARA SER UTILIZADAS CON EL MÉTODO DE ESFUERZOS DE TRABAJO O EN LAS VERIFICACIONES DEL ESTADO LIMITE DE SERVICIO

[Comentario: estas combinaciones de carga deben ser utilizadas en el diseño estructural de la madera y guadua en el Título G. Deben tenerse en cuenta todas las cargas indicadas actuando en las combinaciones que se dan. El diseño debe hacerse para la combinación que produzca el efecto más desfavorable en la edificación, en su cimentación, o en el elemento estructural bajo consideración. El efecto más desfavorable puede ocurrir cuando una o varias de las cargas no actúen. Las combinaciones básicas de carga de la sección B.2.3.1 no son aplicables a los materiales estructurales prescritos en el Reglamento con la excepción de la madera y la guadua, y en aquellos casos especiales en los cuales el diseño se realiza por el método de los esfuerzos admisibles cuando así lo indique explícitamente el Título o Capítulo o Sección correspondiente del Reglamento.]

B.2.4 – COMBINACIONES DE CARGAS MAYORADAS USANDO EL MÉTODO DE RESISTENCIA

[Comentario: Las combinaciones de carga y factores de carga dados en la sección B.2.4.2 deben ser usados en el diseño estructural de todos los materiales estructurales permitidos por el Reglamento, con la excepción de la madera y guadua según el Título G y en aquellos casos en que el Reglamento indique explícitamente que deba realizarse el diseño utilizando el método de los esfuerzos de trabajo. caso en el cual se deben utilizar las combinaciones de la sección B.2.3.1.]

CAPÍTULO B.3 – CARGAS MUERTAS

[Comentario: la carga muerta comprende todas las cargas de elementos permanentes de construcción incluyendo la estructura, los muros, pisos, cubiertas, cielos rasos, escaleras, equipos fijos y todas aquellas cargas que no son causadas por la ocupación y uso de la edificación.]

CAPÍTULO B.4 – CARGAS VIVAS

[Comentario: las cargas vivas son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la edificación y no deben incluir cargas ambientales tales como viento y sismo.]

CAPÍTULO B.5 – EMPUJE DE TIERRA Y PRESIÓN HIDROSTÁTICA

[Comentario: en el diseño de los muros de contención de los sótanos y otras estructuras aproximadamente verticales localizadas bajo tierra, debe tenerse en cuenta el empuje lateral del suelo adyacente. Igualmente deben tenerse en cuenta las posibles cargas tanto vivas como muertas que puedan darse en la parte superior del suelo adyacente. Cuando parte o toda la estructura de sótano está por debajo del nivel freático, el empuje debe calcularse para el peso del suelo sumergido y la totalidad de la presión hidrostática.]

CAPÍTULO B.6 – FUERZAS DE VIENTO

[Comentario: en este Capítulo se presentan los métodos para calcular las fuerzas de viento con las cuales debe diseñarse la estructura de las edificaciones localizadas en todo el país, sus componentes y elementos de revestimiento y fachada.]

TITULO C – CONCRETO ESTRUCTURAL

[Comentario: El Título C proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de miembros de concreto estructural de cualquier estructura construida según los requisitos del Reglamento NSR-10. En el Título C, en su sección C.1.1.8, se permite la utilización del documento de diseño simplificado de concreto estructural AIS 114-17 con las limitaciones de área y altura anotadas allí. El Título C también cubre la evaluación de resistencia de estructuras existentes de concreto estructural. El Título C del Reglamento NSR-10 es una adaptación juiciosa y cuidadosa del Documento ACI 318S-11 producido por el American Concrete Institute – ACI, pero sus requisitos fueron adaptados al medio colombiano y difieren importantemente de los del documento original producido por el ACI. Por esta razón ayudas de diseño y programas de computador que supuestamente cumplen los requisitos del documento ACI 318 no deben utilizarse a menos que el diseñador estructural demuestre, para todos los tipos de elementos de concreto estructural incluidos en el diseño, que el diseño estructural cumple los requisitos propios del Reglamento NSR-10. Los revisores de los diseños estructurales, de oficio o profesionales independientes, deben cerciorarse cuidadosamente antes de aprobar como correctos los diseños presentados para obtener la correspondiente licencia de construcción, cuando se utilicen estas ayudas y programas de computador.]

TITULO D – MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

[Comentario: el Título D establece los requisitos mínimos de diseño y construcción de estructuras de mampostería estructural y sus elementos estructurales. En el alcance de los trabajos de diseño estructural deben cumplirse todos los requisitos de diseño, presentación de memorias de diseño y planos, de especificaciones de construcción y otros, para cada uno de los diferentes tipos de mampostería estructural cubiertos en este Título D del Reglamento NSR-10.]

TITULO E – CASAS DE UNO Y DOS PISOS

[Comentario: el Título E establece los requisitos para la construcción sismo resistente de viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada y de bahareque encementado. En este título se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en muros de mampostería confinada o de bahareque encementado, que pertenecen al grupo de uso I tal como lo define A.2.5.1.4 y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11, es decir, construcciones de uno y dos pisos que formen parte de programas de menos de 5 viviendas y menos de 2000 m² de área construida en conjunto. Si no se cumple lo anterior, el diseño debe realizarse siguiendo los requisitos del Título A y el Título D del Reglamento NSR-10. Las casas de uno y dos pisos que se construyan en estructuras diferentes a los muros de mampostería confinada o de bahareque encementado o que pertenezcan a los grupos de uso II, III y IV tal como los define A.2.5, las bodegas y similares, deben diseñarse siguiendo los requisitos de los capítulos A.1 a A.12 del Reglamento NSR-10 y el Título E no es aplicable bajo ninguna circunstancia. El alcance del diseño estructural de las edificaciones que se diseñen utilizando el Título E, cuando sea permitido, debe cumplir lo requerido en el literal (h) de la sección 3.3.2.1.2 de la presente Resolución de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes.]

TITULO F – ESTRUCTURAS METÁLICAS

[Comentario: el Título F establece los requisitos mínimos de diseño y construcción de estructuras conformadas por elementos de acero, de aluminio, formados en frío de lámina de acero, soldadas, atornilladas, o remachadas. El término acero estructural empleado se refiere a miembros de acero estructural hechos con perfiles laminados, armados y tubulares estructurales.]

TITULO G – ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA

[Comentario: el Título G establece los requisitos mínimos de diseño y construcción de estructuras de madera y guadua. El diseñador estructural de estructuras de madera debe tener en cuenta al realizar sus diseños, que las maderas que especifique tengan en cuenta el cumplimiento de la Ley Forestal así como de las disposiciones emanadas del Ministerio del Medio Ambiente y de la Corporación correspondiente al lugar de aprovechamiento de la madera y debe abstenerse de incluir en sus diseños maderas que no cumplan estos requisitos, o demostrar que se dispone por parte de quien solicita la licencia de construcción correspondiente de los permisos requeridos.]

TITULO H – ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

[Comentario: el Título H establece criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de edificaciones, determinados con base en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificación, con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes y la definición de espectros de diseño sismo resistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables. El diseñador estructural, en su diseño de la cimentación de la estructura y otras obras incluidas en el estudio geotécnico, debe seguir las recomendaciones del estudio geotécnico y cumplir las exigencias que para el diseño estructural de la cimentación y estructuras de contención requiere el Título H del Reglamento NSR-10. El diseñador estructural debe, durante la elaboración de los diseños estructurales requeridos, advertir y solicitar aclaración, por escrito, de aquellos aspectos que a su juicio no estén claros en el estudio geotécnico y debe abstenerse de producir los diseños estructurales de la cimentación y obras afines, hasta tanto no le sean resueltas, por escrito, las inquietudes manifestadas. Las respuestas remitidas por el ingeniero geotecnista, deben ser incluidas como parte del estudio geotécnico presentado en la solicitud de licencia de construcción.]

TITULO I – SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

[Comentario: el Título I establece el alcance mínimo que debe cubrir la supervisión técnica independiente, así como los controles mínimos exigidos. Para efectos del alcance de los diseños estructurales, el diseñador estructural debe incluir todos los documentos que se requieren para poder llevar a cabo la supervisión técnica independiente de forma adecuada, dentro de los cuales se cuentan: todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de la cimentación y la estructura descritos en los planos y especificaciones estructurales, pero dentro del alcance de esta revisión, no se incluye la revisión de los diseños mismos diferente de que sean adecuados para adelantar la construcción y limitándose a advertir sobre la existencia de errores u omisiones graves en los diseños estructurales dando aviso oportuno al diseñador estructural, quien debe emitir un concepto al respecto.]

TITULO J – REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES

[Comentario: el Título J establece el alcance mínimo que toda edificación debe cumplir con requisitos mínimos de protección contra incendios derivados del uso de la edificación y su grupo de ocupación con el propósito de: (a) reducir en todo lo posible el riesgo de incendios en edificaciones, (b) evitar la propagación del fuego tanto dentro de las edificaciones como hacia estructuras aledañas, (c) facilitar las tareas de evacuación de los ocupantes de las edificaciones en caso de incendio, (d) facilitar el proceso de extinción de incendios en las edificaciones, y (e) minimizar el riesgo de colapso de la estructura durante las labores de evacuación y extinción. El diseñador estructural, debe dentro de sus diseños, atender lo requerido en J.3.5 para los elementos estructurales y debe incluir dentro de sus diseños las especificaciones explícitas al respecto de la estructura que diseña, consignándolo en la memoria de cálculos aportada dentro de los documentos de la solicitud de la correspondiente licencia de construcción.]

TÍTULO K– REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

[Comentario: el propósito del Título K es establecer el alcance mínimo de los parámetros y especificaciones arquitectónicas y constructivas para la seguridad y la preservación de la vida de los ocupantes y usuarios de las distintas edificaciones cubiertas por el alcance del Reglamento NSR-10. Desde el punto de vista del alcance de los diseños estructurales. El ingeniero estructural se limitará a reportar los parámetros de diseño sísmico y de viento, generales y en la altura de la edificación, y su participación se limitará a este alcance y no será responsable del diseño de los elementos no estructurales mismos.

El diseñador de los elementos no estructurales debe, durante la elaboración de los diseños requeridos, advertir y solicitar aclaración, por escrito, de aquellos aspectos que a su juicio no estén claros en la información reportada por el diseñador estructural y debe abstenerse de producir los diseños de los elementos no estructurales, hasta tanto no le sean resueltas, por escrito, las inquietudes manifestadas. Las respuestas remitidas por el ingeniero estructural, deben ser incluidas como parte del diseño estructural presentado en la solicitud de licencia de construcción.]

Los trabajos descritos se dividen de la manera que se indica en la Tabla 3.3-1, dentro de las diferentes etapas de su realización:

Tabla 3.3-1 – Distribución de los trabajos de diseño estructural en las etapas del proyecto (edificaciones nuevas)

Trabajo	Porcentaje
Asesoría en la etapa de definición del proyecto	5 %
Etapas de anteproyecto y pre dimensionamiento	10 %
Asesoría en la etapa de diseño arquitectónico	10 %
Análisis estructural	20 %
Diseño de los elementos estructurales	20 %
Diseño estructural de la cimentación	15 %
Producción de planos y detalles constructivos	20 %

La asesoría en la etapa de construcción no hace parte del alcance de los trabajos de diseño estructural de edificaciones nuevas y cuando se requiera, se debe contratar como una adición al alcance normal de los trabajos. No obstante, el Artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, el cual modificó el Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, en el Parágrafo 3 indica: “... el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotécnico responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor y/o el supervisor técnico. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en el proceso de supervisión de la obra.”

3.3.2.1.2. Alcance del diseño estructural de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia

De acuerdo con el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, tiene la potestad de ampliar detalladamente el alcance y procedimiento de ejecución de aspectos de fundamental importancia en el diseño estructural para efectos de garantizar la seguridad de edificaciones nuevas. Este alcance debe cumplirse estrictamente por parte del diseñador estructural y debe ser constatado por el revisor de los diseños estructurales. Su incumplimiento por parte del diseñador estructural será objeto del rechazo de los diseños por parte del revisor de oficio y del revisor independiente de los diseños estructurales.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 está fundamentado en normas, reglamentos y códigos de construcción desarrollados en otros países y adaptados a las situaciones particulares de Colombia, como se indica, con las referencias apropiadas, en el Decreto 926 de 2010 por medio del cual se expidió el Reglamento NSR-10 (Diario Oficial Edición No. 47.663 del viernes 26 de marzo de 2010). La obligación del diseñador estructural es el cumplimiento estricto del alcance de los trabajos que prescribe el Reglamento Colombiano NSR-10 y por lo tanto, argumentos del tenor de que se cumple con una de las normas foráneas que fueron adaptadas como base del Reglamento NSR-10, pero modificadas en el mismo Reglamento al medio nacional, no son válidos para efectos del cumplimiento del alcance de los trabajos ejecutados por el diseñador estructural de acuerdo con el alcance del diseño estructural como lo requiere el Reglamento NSR-10. Esta es la razón por la cual, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por medio de la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, incluye dentro de la presente Resolución, las siguientes adiciones, de carácter obligatorio en los casos particulares a que hacen referencia de los trabajos a realizar por parte del diseñador estructural de edificaciones en el territorio nacional.

A continuación, las exigencias de documentación de la bondad en el alcance del diseño estructural de los siguientes aspectos de carácter obligatorio por parte del diseñador estructural:

(a) Uso de programas de computador de análisis estructural

Dentro del Reglamento NSR-10 la función del análisis estructural es estimar las fuerzas internas y las deformaciones del sistema estructural, y con base en estas fuerzas y deformaciones establecer el cumplimiento de los requisitos de resistencia del Reglamento. En principio se acepta que se formule un modelo matemático de la estructura el cual se “ensaya” para las cargas y fuerzas que requiere el Reglamento y con base en los resultados de este análisis del modelo matemático de la estructura se determina: si las dimensiones de los miembros estructurales son apropiadas, se definen los requerimientos requeridos que el diseñador debe colocar a los miembros estructurales y sus conexiones con los otros miembros para obtener unas resistencias que garanticen el cumplimiento del nivel de seguridad que exige el Reglamento y además, que la funcionalidad de la estructura va a ser apropiada sin que haya deflexiones verticales y horizontales excesivas. El Reglamento NSR-10 requiere que el procedimiento de análisis empleado cumpla los principios fundamentales de equilibrio y compatibilidad de deformaciones aceptando diversas técnicas analíticas. El uso de computadores en la ingeniería estructural ha permitido realizar análisis de estructuras complejas, lo cual ni siquiera se vislumbraba hace algunas décadas. Esta enorme capacidad analítica ha incrementado proporcionalmente la responsabilidad del ingeniero estructural cuando bajo su responsabilidad selecciona los modelos matemáticos apropiados, implementados en programas de computador, que deben describir adecuadamente el comportamiento de la estructura que se está diseñando y en cerciorarse que las propiedades de los miembros estructurales que se dan como datos de entrada a estos modelos matemáticos describan apropiadamente la estructura que se modela, se diseña y se va a construir.

El diseñador estructural, debe dentro del alcance de sus trabajos, y con referencia directa al uso de programas de computador de análisis estructural, tener en cuenta que la responsabilidad de usar un modelo matemático apropiado y su implementación dentro de un programa de computador, es ineludiblemente suya, y debe documentar obligatoriamente lo siguiente, sin excepción, dentro de sus memorias de cálculos:

- i. Descripción del programa de computador utilizado, incluyendo nombre, versión, quien lo desarrolló, principios básicos bajo los cuales se fundamenta el método de análisis (véase A.1.5.3.1).
- ii. Identificación de los datos de entrada con las correspondientes aclaraciones de porqué, a juicio del diseñador estructural, estos corresponden a la estructura que se está diseñando y son adecuados para el modelo matemático empleado.
- iii. El diseñador estructural debe incluir en su descripción porqué, a su juicio, las evaluaciones de esbeltez de los elementos son adecuadamente descritas en el programa de computador utilizado, explicando

cómo determina los efectos de primer orden, de segundo orden y que las rigideces que asignó a los miembros estructurales son adecuadas y cumplen todo lo que requiere el Reglamento NSR-10. En muchos aspectos de estas evaluaciones el Reglamento colombiano NSR-10, difiere para el caso colombiano, de las mismas normas que le sirvieron de base. Las rigideces empleadas deben ser las mismas durante la evaluación de derivas como en la obtención de las fuerzas internas de diseño.

- iv. El diseñador estructural debe documentar la forma como evaluó las irregularidades en altura, en planta, y en la ausencia de redundancia, según lo requerido por el Reglamento NSR-10 y no es válido que sustente su argumentación con base en el simple cumplimiento de normas y reglamentos de diseño de otros países.
- v. Un listado de resultados del programa de computador por sí solo no corresponde a una memoria de cálculos estructurales. Por lo tanto, deben describirse las características de los resultados obtenidos, validados y debidamente confirmados por el diseñador estructural.
- vi. Cuando se utilice el método de análisis dinámico inelástico se debe cumplir con lo requerido en A.3.4.2.3 y debe tenerse en cuenta que los diseños realizados por esta metodología deben ser objeto de una revisión externa por parte de al menos dos expertos en análisis dinámico inelástico quienes deben describir, documentar, validar y aprobar el procedimiento presentado, y esta revisión no exime de la revisión de oficio que debe realizar el curador urbano o la autoridad municipal o distrital encargada de la expedición de las licencias urbanísticas.
- vii. Cuando se utilice el método de análisis no lineal de plastificación progresiva (push-over) se debe cumplir con lo requerido en A.3.4.2.4 y el Apéndice A-3 del Reglamento NSR-10 y debe tenerse en cuenta que los diseños realizados por esta metodología deben ser confrontados con los resultados obtenidos con uno de los métodos de análisis permitidos por el Reglamento NSR-10 y además, deben ser objeto de una revisión externa por parte de al menos dos expertos en análisis no lineal estático de plastificación quienes deben describir, documentar, validar y aprobar el procedimiento presentado, tal como lo requiere A-3.2.10 y esta revisión no exime de la revisión de oficio que debe realizar el curador urbano o la autoridad municipal o distrital encargada de la expedición de las licencias urbanísticas.
- viii. La revisión por expertos que se menciona en vi y vii anteriores debe cubrir, como mínimo, lo siguiente: (a) los principios básicos de diseño, incluyendo los objetivos por desempeño, la metodología de Diseño sísmico, y el criterio de aceptación del diseño; (b) el sistema y materiales estructurales constructivos propuestos; (c) la determinación de la Amenaza Sísmica y la selección y modificación de los registros acelerográficos que se aplicaron al modelo matemático de la estructura; (d) el enfoque de modelación empleada para los materiales y componentes; (e) el modelo de análisis estructural, incluyendo la interacción suelo-fundación-estructura según sea aplicable e incluyendo la verificación de que el análisis estructural representa apropiadamente las propiedades del sistema estructural dentro de lo que las recomendaciones aceptadas a nivel mundial para este tipo de procesos exigen; (f) revisión de los resultados del análisis estructural y declaración de éste cumplió con los objetivos de desempeño; (g) el diseño y detallado de los componentes estructurales; (h) revisión que los planos y especificaciones contengan requisitos de supervisión y control de calidad apropiados; y (i) cualquier otra consideración que se identifique como importante para cumplir con los objetivos de desempeño. De esta forma la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, da cumplimiento a la definición de la metodología de revisión que indican las secciones A.3.4.2.3 y A.3.4.2.4 del Reglamento NSR-10.

(b) Uso de programas de computador de diseño de los miembros estructurales

Cuando se utilicen programas de computador que realizan el análisis estructural y luego con estos resultados, directa y automáticamente, realiza el diseño de los miembros estructurales, el diseñador estructural debe primero validar que los resultados del análisis efectivamente cumplen los requisitos del Reglamento NSR-10 como se indica en el literal (a) anterior, y después de que haya realizado esta documentación, debe proceder a probar que los diseños de los elementos que realiza el programa de computador efectivamente cumplen con los requisitos de diseño del Reglamento NSR-10. Nuevamente se hace la advertencia que el hecho de que el

programa de computador, supuestamente, cumpla los requisitos de diseño de una de las normas base del Reglamento NSR-10 no es garantía de que cumpla los requisitos del Reglamento NSR-10. Los requisitos de los materiales estructurales contenidos en los Títulos C, D, F y G del Reglamento NSR-10 difieren en aspectos notables de los contenidos en las normas bases y el diseñador estructural debe probar y documentar que se está cumpliendo con el Reglamento NSR-10 y no con la norma base utilizada en producir los requisitos colombianos contenidos en el Reglamento NSR-10, la cual no tiene ninguna validez jurídica en el país.

El revisor de los diseños estructurales se abstendrá de aprobarlos cuando se utilicen programas de computador de diseño que no documenten adecuadamente el cumplimiento de los requisitos propios de los diseños de los materiales estructurales contenidos en el Reglamento NSR-10, y podrá exigir comprobaciones manuales que demuestren claramente que se cumplen los requisitos del Reglamento NSR-10, y cuando éstas no se presenten dentro de la memoria de cálculos, se abstendrá de aprobarlos hasta tanto se aporten las pruebas del cumplimiento de los requisitos propios del Reglamento NSR-10.

(c) Cálculo del cumplimiento de las derivas permitidas en el análisis dinámico

El Capítulo A.5 del Reglamento NSR-10 establece los requisitos que se deben cumplir al utilizar el método de análisis dinámico. En la sección A.5.4.4 referente a la combinación de los modos de vibración, establece explícitamente, que: “Debe tomarse especial cuidado cuando se calculen las combinaciones de las derivas, calculando la respuesta máxima de la deriva causada por cada modo independientemente y combinándolas posteriormente. No es permitido obtener las derivas totales a partir de deflexiones horizontales que ya han sido combinadas.”

El revisor de los diseños estructurales se abstendrá de aprobarlos, cuando se utilice análisis dinámico, hasta tanto en la memoria de cálculos el diseñador estructural pruebe, utilizando los modos de vibración incluidos en su análisis estructural dinámico, que las derivas obtenidas fueron obtenidas sin utilizar desplazamientos estructurales laterales ya combinados modalmente. El uso de desplazamientos laterales dinámicos ya combinados modalmente para establecer el cumplimiento de los requisitos de deriva del Reglamento NSR-10 será motivo de rechazar el diseño estructural, hasta tanto el diseñador estructural, aporte la prueba de que el cálculo de las derivas se realizó adecuadamente. Esta consideración de evaluación de derivas también debe ser tomada en cuenta para efectos de la evaluación de las irregularidades torsionales en especial cuando dentro de los primeros modos hay modos torsionales de toda la estructura.

(d) Estructuras que no puedan considerarse edificaciones y estructuras ambientales

La sección A.1.2.3.4 del Reglamento NSR-10, según lo aprobado por medio de la Ley 1796 de 2016 y lo expedido por medio del Decreto 945 de 2017, aclara y reglamenta, en aras del deber constitucional de preservar la vida y la salubridad de los colombianos ante la ocurrencia de un sismo u otro desastre natural requiriendo la correcta operación de estructuras y construcciones que pueden no ser consideradas edificaciones, pero que hacen parte de construcciones necesarias cumplir el deber constitucional de preservar la vida y la salubridad de los colombianos ante la ocurrencia de un sismo u otro desastre natural y que, por lo tanto, requieren de la correcta operación de estas construcciones para preservarlas. El Apéndice A-1 del Reglamento NSR-10, reglamenta la utilización correcta de los requisitos de sismo resistencia del Reglamento NSR-10 en estas construcciones. Consecuentemente, puede efectuarse una utilización correcta de los requisitos de sismo resistencia del Reglamento NSR-10, con las limitaciones y salvedades que se presentan en el Apéndice A-1.

El propietario de estas construcciones o la entidad que gestiona su construcción debe obtener los correspondientes permisos y autorizaciones, los cuales, en algunos casos, exceden el ámbito de lo autorizado por la Ley 400 de 1997, modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 0019 de 2012 y la Ley 1796 de 2016, o la Ley 388 de 1997 y sus reglamentos.

La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, indica por medio de esta Resolución que debe consultarse el Apéndice A-1 para determinar la aplicabilidad de los requisitos técnicos y científicos de sismo resistencia y de los materiales estructurales cubiertos por el Reglamento NSR-10.

(e) Procedimientos de excepción aprobados por la Comisión de Sismo Resistencia

En el caso que se utilicen en el diseño estructural de la edificación materiales alternos, métodos alternos de análisis y diseño o sistemas alternos de construcción que de acuerdo con lo prescrito en los artículos 8 a 14 de la Ley 400 de 1997 que requieran aprobación por parte de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes (debe consultarse el documento “Requisitos exigidos por la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes para la homologación de regímenes de excepción”, el cual puede obtenerse de forma gratuita de la Secretaría de la Comisión), no podrán ser utilizados en el diseño estructural si no cuentan con esta aprobación, y en el caso que cuenten con ella, el diseño estructural debe seguir estrictamente, y sin excepción, lo indicado en la resolución aprobada por la Comisión. Se debe incluir dentro de las memorias de diseño estructural una copia auténtica y una copia simple de la escritura pública en la cual se protocolizó la resolución de aprobación por parte de la Comisión y del memorial correspondiente a las responsabilidades que asume y acepta quien solicitó la aprobación correspondiente. La copia auténtica será devuelta al interesado a la finalización del trámite y el curador urbano o la autoridad municipal o distrital encargada de la expedición de las licencias urbanísticas conservará para sus archivos la copia simple con una nota de que se tuvo a la vista una copia auténtica de la resolución.

Los diseños estructurales realizados utilizando un Procedimiento de Excepción debidamente aprobado por medio de una Resolución de la Comisión Permanente para el Régimen de Construcción Sismo Resistente creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, deben ser objeto de revisión de oficio por parte de la Curaduría Urbana o la dependencia municipal o distrital encargada de expedir las licencias de construcción y por parte de un revisor independiente en los casos previstos en la Ley 400 de 1997, modificada por la Ley 1796 de 2016 y el Reglamento NSR-10. No es válido el argumento de que por tratarse de regímenes de excepción no se requiere revisión de los diseños estructurales, todo lo contrario, debe realizarse la revisión de los diseños estructurales, de oficio e independiente en los casos previstos, y los revisores deben constatar especialmente que se cumplieron todos los requisitos de diseño estructural contenidos en la Resolución de aprobación del régimen de excepción.

(f) Especificaciones de construcción

En A.1.5.2.1 del Reglamento NSR-10 se indica en el literal (a) que los planos estructurales deben contener, como mínimo, especificaciones de los materiales de construcción que se van a utilizar en la estructura, tales como resistencia del concreto, resistencia del acero, calidad de las unidades de mampostería, tipo de mortero, calidad de la madera estructural, y toda información adicional que sea relevante para la construcción y supervisión técnica independiente de la estructura. Cuando la calidad del material cambie dentro de la misma edificación, debe anotarse claramente cuál material debe usarse en cada porción de la estructura incluyendo en los planos los detalles de la zona de interface donde el material cambia que permitan su construcción adecuadamente.

La sección I.4.3.2.1 del Reglamento NSR-10 hace referencia a unas especificaciones producidas para la norma sismo resistente de 1984 y publicadas en 1988. Esta publicación es una buena guía de lo que deben contener unas especificaciones producidas por el diseñador estructural, pero a juicio de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, corresponden a una situación tecnológica que a luces de su fecha de publicación y a estar de acuerdo con una norma derogada por la Ley 400 de 1997, su utilización como requisitos de construcción a la luz del Reglamento NSR-10 es seguramente inadecuada, y el diseñador estructural, si las referencia en sus documentos de diseño aportados para la licencia de construcción, debe declarar explícitamente que porciones de ellas son procedentes y cuales no aplican en sus diseños.

No obstante, el diseñador estructural debe anexar a sus diseños estructurales, ya sea dentro de uno de los planos estructurales, o por medio de un documento anexo a sus diseños, una especificación de los procedimientos de construcción, materiales y los demás requisitos que sean necesarios para poder construir adecuadamente la estructura con los diseños aportados para obtención de la licencia de construcción.

(g) Diseño de muros estructurales de concreto reforzado con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (DES) y sus elementos de borde

Por medio del presente alcance extendido de los diseños estructurales de estructuras construidas con muros de concreto estructural, en algunos casos extremadamente delgados y esbeltos, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, con base en la autorización dada por el artículo 42 de la Ley 400 de 1997, introduce, de carácter obligatorio para el diseñador estructural, todas las precauciones y cuidados que debe atender y comprobar, para efectos de que el revisor de los diseños estructurales acepte como válido el diseño estructural presentado. En este alcance extendido se relacionan las secciones del Título C del Reglamento NSR-10 que el diseñador estructural debe tener en cuenta en los diseños de muros estructurales de concreto estructural en las capacidades de disipación de energía en el rango inelástico mínima (DMI), moderada (DMO) y especial (DES) y muy especialmente en (DMO) y (DES) la evaluación que determine la necesidad de que en estos muros se dispongan elementos de borde adecuados y construibles, algo imposible en espesores de muro muy delgados. Se insiste que el hecho de que un programa de computador cumpla una de las normas base de los requisitos del Reglamento colombiano NSR-10, no constituye un argumento válido de que se esté cumpliendo lo requerido por el Reglamento NSR-10, y este tipo de argumentación constituye un motivo de rechazo de los diseños por parte del revisor de los diseños estructurales, hasta tanto el diseñador estructural pruebe en una memoria explicativa que si se está cumpliendo el Reglamento NSR-10, inclusive con la producción de comprobaciones manuales, a satisfacción del revisor y en aras de la seguridad a la vida de los futuros ocupantes de la edificación ante la ocurrencia de un sismo fuerte, como los esperados en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, que imponga varios ciclos de respuesta del muro en el rango inelástico, sin que el muro falle por pandeo lateral, por esfuerzos cortantes, o por pandeo de las barras de refuerzo verticales especialmente si se trata de refuerzo electrosoldado.

El enfoque adoptado en el Reglamento NSR-10 consiste en que toda estructura de concreto estructural cubierta por el Reglamento NSR-10 en su Título C, debe cumplir los requisitos consignados en los Capítulos C.1 a C.19 y en el Capítulo C.22, los cuales corresponden a los requisitos para estructuras con capacidad mínima de disipación de energía (DMI). Los requisitos acumulativos sobre estas prescripciones para estructuras sismo resistentes con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) y especial (DES), se presentan en el Capítulo C.21 de estructuras sismo resistentes de concreto estructural. Puesto en otras palabras, todo diseño de muros estructurales de concreto estructural, debe cumplir los requisitos de los Capítulos C.1 a C.19 y el C.22, para hacerse acreedora a que cumple con la capacidad de disipación mínima (DMI) y luego debe cumplir con los requisitos apropiados del Capítulo C.21 para estructuras de capacidad moderada (DMO) o especial (DES). Para el caso de diseño de muros de concreto estructural en todas las capacidades de disipación de energía [DMI, DMO, y DES], se debe iniciar por cumplir lo requerido en el Capítulo C. 4 de Muros, lo cual solo los hace acreedores a la designación de capacidad mínima (DMI).

El Capítulo C.14 del Reglamento NSR-10 para muros de capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI) establece los principios de diseño estructural de los muros que no se esperan que vayan a ser sometidos a sollicitaciones sísmicas importantes como las prescritas por el Reglamento NSR-10 en zonas de amenaza sísmica baja, presentando lo que el diseñador estructural debe cumplir en el alcance de sus diseños. Dentro de los requisitos del Capítulo C.14 vale la pena destacar los siguientes que el diseñador estructural debe tener en cuenta:

- i. En la sección C.14.2 se presentan unos requisitos generales y se da la posibilidad de no cumplir los requisitos de cuantías mínimas de C.14.3 si el análisis estructural muestra resistencia y estabilidad adecuadas, pero además estas cuantías deben cumplir lo exigido por diseño para cortante de C.11.9.5 y C.11.9.9. El diseñador estructural que prescriba cuantías menores que las dadas en C.14.3, debe hacer una demostración, debidamente documentada, a satisfacción de revisor de los diseños estructurales. La ausencia de la demostración constituye un motivo primario de la no aceptación de los diseños estructurales en los casos en que esta cláusula se invoque.
- ii. El hecho de que un miembro estructural vertical se denomine como “muro”, o como “columna” tiene implicaciones económicas importantes respecto a las cuantías de acero vertical y el uso del refuerzo transversal (estribos) requeridos. Esto lo aclara la sección C.14.3.6 donde se indica que, si el muro

requiere una cuantía de refuerzo vertical mayor del 1% del área de la sección horizontal del muro o si este refuerzo vertical puede ser requerido como refuerzo a compresión, el refuerzo vertical debe confinarse por medio de estribos laterales, como los exigidos para columnas. Esta sección establece en el Reglamento NSR-10, la diferencia entre muro y columna y le está exigiendo al diseñador estructural que de presentarse uno u otra de estas condiciones, o ambas, sin importar como se denomine, muro o columna, el miembro estructural debe diseñarse y reforzarse como una columna, cumpliendo todos los requisitos de tamaño mínimo de la sección y del refuerzo longitudinal y transversal de columnas de la misma capacidad de disipación de energía, ya sea (DMI), (DMO) o (DES).

- iii. El diseñador estructural debe documentar como cumplió lo requerido en la sección C.14.4.4 donde se exige que en el diseño del muro se cumpla con los requisitos de diseño de columnas del Capítulo C.10. Se llama la atención al diseñador estructural que dentro de las secciones del Capítulo C.10 que deben cumplirse se encuentra la sección 10.10 de requisitos de pandeo y estabilidad lateral de toda la estructura y de los miembros estructurales verticales en particular. El cumplimiento de los requisitos de estabilidad y especialmente de estabilidad lateral en la dirección perpendicular al plano del muro se debe documentar en la memoria de diseño estructural.
- iv. La sección C.14.4 establece las secciones que debe cumplir el diseño de muros cuando tienen cargas de compresión. El diseñador estructural debe, en su memoria de diseño, demostrar que los muros incluidos en su diseño cumplen con todos los requisitos dados allí. La ausencia de esta demostración constituirá en un motivo de rechazo por parte del revisor de los diseños estructurales.
- v. El método de diseño empírico de la sección C.14.5 solo es aplicable a estructuras de capacidad mínima de disipación de energía en el rango inelástico (DMI) que no se verán sometidas a fuerzas sísmicas apreciables. No debe ser utilizado en el diseño de estructuras comprendidas dentro del diseño sismo resistente del Capítulo C.21.
- vi. La Comisión de Sismo Resistencia, llama la atención a los diseñadores estructurales que si el Reglamento NSR-10 establece en la sección C.14.6 para muros no portantes un espesor mínimo de 100 mm o 1/30 de la distancia entre elementos que le proporcionan apoyo lateral para esbeltez de muros que no tienen cargas axiales apreciables, el usar espesores menores en muros portantes requiere unas razones claras y debidamente sustentadas en experimentación que confirmen un comportamiento adecuado de muros estructurales portantes con espesores menores, lo cual el diseñador estructural debe documentar adecuadamente en su memoria estructural.

Para los muros de concreto estructural con capacidad moderada (DMO) y especial (DES), una vez el diseñador estructural haya cumplido y documentado el cumplimiento de los requisitos del Capítulo C.14, debe proceder a ajustar su diseño a los requerido por el Capítulo C.21 de requisitos de diseño sismo resistente en su sección C.21.4 para muros con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) de muros prefabricados y construidos en sitio, en la sección C.21.9 para muros con capacidad especial de disipación de energía (DES) construidos en sitio, y en la sección C.21.10 para muros (DES) prefabricados. Los requisitos de sismo resistencia para muros estructurales (DMO) y (DES) construidos en sitio son esencialmente similares. El diseño estructural debe cumplir lo requerido en C.21.9 para muros (DES) y para muros (DMO) en C.21.4.4 se modifican algunos de los parámetros y límites de diseño que deben ajustarse con respecto a los de muros (DES) contenidos en C.21.9.

- vii. En la sección C.21.9.2 se establece que en muros estructurales (DMO) y (DES) la cuantía mínima del refuerzo, tanto horizontal como vertical, es 0.0025. Solo si los esfuerzos cortantes son muy menores o en edificaciones de máximo tres pisos del grupo de uso I se permiten las cuantías de C.14.3. En C.21.9.2 se exigen dos capas de refuerzo si la resistencia a cortante requerido $V_u > 0.17A_{cv}\lambda\sqrt{f'_c}$, con V_u calculada del análisis estructural para carga lateral de acuerdo con las combinaciones de mayoración de carga (C.21.9.3). También se fijan los requisitos para desarrollo o empalme de los refuerzos los cuales son, para algunas situaciones, más exigentes que los del Capítulo C.12. El diseñador estructural debe documentar en sus memorias el cumplimiento de todos los requisitos anteriores.

- viii. En la sección C.21.9.4 se presentan los requisitos para cortante de los muros estructurales (DMO) y (DES). El procedimiento de diseño a cortante de esta sección es diferente al de C.11.9, por razones de sismo resistencia y tiene en cuenta los efectos de aberturas en los muros y los machones que se generan por esta razón y los elementos de acople horizontales o dinteles. Se hace un gran llamado de atención al diseñador estructural respecto a los requisitos que contiene C.9.3.4 respecto a los valores del coeficiente de reducción de resistencia ϕ a utilizar en edificaciones de concreto estructural (DMO) y (DES) que dependan de muros estructurales construidos en sitio donde se exige en C.9.3.4(a), que el valor de ϕ para cortante debe ser 0.6 y no 0.75 cuando su resistencia a cortante es menor que el cortante correspondiente al desarrollo de la resistencia nominal a flexión del miembro, pues de no hacerse este ajuste en el diseño, el miembro puede fallar a cortante antes de llegar a su resistencia a flexión y la disipación de energía en el rango inelástico no ocurriría pues ésta solo ocurre en flexión. La no observancia de este requisito en especial conduce a estructuras altamente vulnerables ante efectos sísmicos poniendo en grave peligro para la vida a los ocupantes de la edificación. El diseñador estructural debe documentar en sus memorias el cumplimiento de todos los requisitos anteriores y el revisor de los diseños estructurales se abstendrá de aprobarlos si no se han cumplido y documentado estos requisitos de enorme importancia.
- ix. El diseño para una combinación de carga axial y flexión, la cual ocurre en muros (DMO) y (DES) debido a las solicitaciones sísmicas debe realizarse siguiendo los requisitos que son aplicables a columnas dados en las secciones C.10.2 y C.10.3, con algunas excepciones dadas en C.21.9.5 de aspectos que pueden no ser aplicables a los muros, pero por otro lado exige el uso de un ancho efectivo del ala en secciones con alas. El cumplimiento de estos requisitos implica que el diseñador estructural debe elaborar diagramas de interacción carga axial vs. momento para realizar su diseño y debe comprobar que el diseño a momento tiene en cuenta el nivel de carga axial mayorada que acompaña al momento en cada una de las combinaciones de mayoración de carga. Los diagramas de interacción deben elaborarse con la localización real de cada una de las barras verticales del ala efectiva, del alma del muro y debe también tener en cuenta el refuerzo vertical concentrado de los elementos de borde cuando estos se requieran. La memoria de cálculos estructurales debe contener, al menos, el cálculo del diagrama de interacción del muro más exigido de la estructura demostrando que como lo anterior se cumplió para cada una de las direcciones de aplicación de las fuerzas sísmicas en planta y para todas las combinaciones de carga prescritas en el Título B de NSR-10. Los diagramas de interacción del muro deben cumplir lo requerido en el Capítulo C.10 de NSR-10 y calcularse para una máxima deformación unitaria en compresión de 0.003 como se exige allí. De igual forma se deben utilizar los factores de mayoración de carga y los de reducción de resistencia ϕ que prescribe el Reglamento NSR-10. Debe verificarse que no se incurra en el error que describe la "Nota Importante" colocada en la Sección B.2.4.1 del Título B y en la Sección C.9.2 del Título C del Reglamento NSR-10. Si el revisor de los diseños estructurales lo considere necesario, se podrá exigir la presentación del análisis estructural y el diseño de todos los muros en medio magnético, en los formatos digitales que exija el revisor, los cuales deben ser de aceptación y uso general.
- x. La necesidad de colocar elementos de borde en los límites verticales de los muros de concreto estructural (DMO) y (DES) se puede evaluar por el procedimiento de la sección C.21.9.6.2, conocido como el método del desplazamiento de la cubierta e introducido por primera vez en el Reglamento NSR-10 (véase el numeral xi., siguiente), o alternativamente por el procedimiento de la sección C.21.9.6.3 conocido como el método de los esfuerzos y que ha existido en la reglamentación de sismo resistencia colombiana desde la primera versión expedida en 1984 por medio del Decreto 1400 de 1984 (véase el numeral xii., más adelante). Los requisitos de detallado, armaduras de confinamiento y limitaciones dimensionales de los elementos de borde son los mismos, independientemente del procedimiento de determinar su necesidad y están definidos en la sección C.21.9.6.4 descrita en el numeral xiii, más adelante.
- xi. Los requisitos para elementos de borde de muros estructurales (DMO) y (DES) de la sección C.21.9.6.2 aplican a muros y pilas de muros que son efectivamente continuos desde la base de la estructura hasta la parte superior del muro en toda su altura hasta la cubierta y son diseñados para tener una única sección

crítica para flexión y carga axial. Los muros que no satisfagan estos requisitos deben ser diseñados usando el procedimiento alternativo de C.21.9.6.3. El procedimiento por desplazamiento exige que se coloquen elementos de borde armados como columnas cuando la profundidad del eje neutro, c , de la sección del muro al llegar a su resistencia nominal a momento M_u , sin ϕ , para la fuerza axial mayorada existente P_u congruente con el desplazamiento horizontal de la parte superior del muro, usualmente la cubierta de la edificación, δ_u . Deben colocarse elementos de borde si la profundidad del eje neutro de la sección del muro, c , es mayor que el valor dado en la ec. (C.21-11):

$$c \geq \frac{l_w}{600(\delta_u/h_w)} \quad (C.21-11)$$

Esto quiere decir que el concreto del borde del muro va a estar sometido a deformaciones unitarias mayores que 0.003 y en consecuencia ese concreto se estallará en compresión. Para evitar este estallido el borde del muro, éste se debe armar como una columna confinada [sección C.21.3.5 en (DMO) y C.21.6.4 en (DES)] con barras verticales que resistan los esfuerzos de compresión a que se verá sometido el concreto allí y con estribos de confinamiento que impidan que el concreto se estalle debido a las deformaciones unitarias a que se verá sometido. Este elemento de borde debe ser continuo en el tramo libre del muro entre las losas donde se hace la evaluación, a diferencia de las columnas donde se exige solo en las zonas de confinamiento en los extremos del tramo. En la ec. (C.21-11) l_w es la longitud horizontal del muro y h_w es la altura total del muro desde su base hasta la cubierta. Al aplicar la ec. (C.21-11) el cociente δ_u/h_w no debe ser menor de 0.007 en muros (DES) ni menor de 0.0035 en muros (DMO). Dada la gravedad de no colocar elementos de borde cuando al utilizar correctamente la sección C.21.9.6.2, ésta indique que se requieren, pues se estaría permitiendo la construcción de una estructura altamente vulnerable ante la ocurrencia del sismo de diseño que prescribe el Reglamento NSR-10, y se requiere que el diseñador estructural documente el proceso de aplicación de este identificador de necesidad de elementos de borde. El aporte de esta documentación debe ser constatada por el revisor de los diseños estructurales, ya sea de oficio o un profesional independiente, y si no se presenta se abstendrá de efectuar la revisión hasta tanto sea presentada a su satisfacción.

- xii. Los requisitos alternativos para elementos de borde de muros estructurales (DMO) y (DES) de la sección C.21.9.6.3 determinan la necesidad de colocar elementos de borde con base en los esfuerzos mayorados máximos de compresión en los bordes del muro y alrededor de aberturas en estos muros. Los esfuerzos deben calcularse utilizando un modelo lineal elástico y las propiedades de la sección bruta del muro, con las alas limitadas al ancho efectivo de ala definido en C.21.9.5.2. Los esfuerzos deben calcularse utilizando la fórmula de resistencia de materiales $\sigma = P_u/A_w + M_u c_t/I_w$, donde σ es el esfuerzo de compresión en el borde del muro, A_w es el área de la sección horizontal del muro en el punto de evaluación con las alas efectivas cuando tenga secciones en forma de T, C, u otras formas con alas, c_t corresponde a la distancia horizontal medida desde el eje neutro, y perpendicularmente a él, de la sección hasta la fibra de máxima compresión, I_w es el momento de inercia de la sección horizontal del muro como se ha descrito, P_u corresponde a la fuerza axial mayorada que el muro debe resistir y M_u corresponde al momento flector mayorado que actúa en la dirección en planta perpendicular al eje neutro y que pertenece a la misma combinación de mayoración que P_u . Si el esfuerzo en compresión σ así evaluado excede $0.2f'_c$, en (DES), o $0.3f'_c$ en (DMO) hay necesidad obligatoria de colocar elementos de borde dimensionados y armados como una columna confinada [sección C.21.3.5 en (DMO) y C.21.6.4 en (DES)] con barras verticales que resistan los esfuerzos de compresión a que se verá sometido el concreto allí y con estribos de confinamiento que impidan que el concreto se estalle debido a los esfuerzos a que se verá sometido. Este elemento de borde debe ser continuo en el tramo libre del muro entre las losas donde se hace la evaluación, a diferencia de las columnas donde se exige solo en las zonas de confinamiento en los extremos del tramo. Según este procedimiento alternativo, los elementos de borde

pueden suspenderse hacia arriba de la sección bajo estudio cuando el esfuerzo en compresión σ así evaluado sea menor que $0.15f'_c$, en (DES), o $0.22f'_c$ en (DMO). Dada la gravedad de no colocar elementos de borde cuando al utilizar correctamente la sección C.21.9.6.3, ésta indique que se requieren, se estaría permitiendo la construcción de una estructura altamente vulnerable ante la ocurrencia del sismo de diseño que prescribe el Reglamento NSR-10, y por esto se requiere que el diseñador estructural documente el proceso de aplicación de este identificador de necesidad de elementos de borde. El aporte de esta documentación debe ser constatada por el revisor de los diseños estructurales, ya sea de oficio o un profesional independiente, y si no se presenta se abstendrá de efectuar la revisión hasta tanto sea presentada a su satisfacción.

- xiii. En donde se requieran elementos de borde, éstos deben cumplir con las condiciones (a) hasta (e) de C.21.3.5.4. Allí se indica hasta donde el elemento de borde se debe extender horizontalmente desde la fibra extrema en compresión hacia el interior del alma de la sección y hacia los extremos exteriores de las alas, en (c) de C.21.9.6.4 se indican los requisitos de confinamiento de columnas aplicables de C.21.6.4.2 hasta C.21.6.4.4 en muros (DES) y de C.21.3.5.6 hasta C.21.3.5.8 en muros (DMO). El cumplimiento estricto de estos requisitos necesarios para la seguridad sísmica de la edificación, lleva a que sea prácticamente imposible en edificaciones (DMO) y (DES) con muros delgados disponer elementos de borde sin tener que introducir un ensanchamiento del muro. El diseñador estructural debe ser consciente que los elementos de borde se colocan porque se esperan fuerzas de compresión muy altas y que tratar de resistirlas con elementos que trabajan a compresión como columnas, pero con una dimensión de su sección muy pequeña, tienen una alta probabilidad de fallar por pandeo lateral, más aún cuando debido a la alternancia de las fuerzas sísmicas se haya presentado fluencia a tracción del refuerzo vertical, la cual debe recuperar cuando se vea sometido a esfuerzos de compresión en el siguiente ciclo de alternancia, lo cual va a invitar una falla de pandeo del refuerzo y la falla a pandeo lateral del mismo muro si el refuerzo vertical no está debidamente soportado lateralmente para estabilidad lateral por estribos de confinamiento. El diseñador estructural en su memoria de cálculos debe demostrar que ha cumplido los requisitos al respecto del Reglamento NSR-10.

La Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes quiere dejar constancia de la preocupación manifiesta de sus miembros de que con posterioridad a la expedición del Reglamento NSR-10 se han presentado fallas estructurales e inclusive colapsos de edificaciones de concreto estructural con muros delgados durante sismos fuertes en Chile, Nueva Zelandia y otros países con una cultura de sismo resistencia respetable y de avanzada. Después de la expedición del Reglamento colombiano NSR-10, el American Concrete Institute – ACI, actualizó su documento ACI 318-11, del cual se deriva el Título C del Reglamento NSR-10, en una nueva versión en el año 2014 y está trabajando en otra nueva versión para el año 2019. La actualización de este documento en el año 2014 reorganizó totalmente la presentación de los requisitos para concreto estructural y la versión de 2019 seguirá, seguramente, esta forma nueva de presentación, lo cual hace que una adaptación nacional tendría que ser objeto de numerosos estudios que evalúen la conveniencia de su adopción.

La Comisión de Sismo Resistencia ha venido estudiando la conveniencia de adoptar los cambios de estas versiones de la norma base del Título C del Reglamento NSR-10, y está adelantando las gestiones para la expedición de un nuevo reglamento colombiano NSR actualizado. No obstante lo anterior, y el hecho de que hasta que no se adopte jurídicamente la actualización del Reglamento NSR, los requisitos del ACI 318-14 no tendrán fuerza legal ni tendrán carácter obligatorio, pero estos documentos limitan de forma contundente el espesor de los muros estructurales a un valor mínimo correspondiente a 1/16 de la altura libre del muro en su tramo vertical entre losas [que para una altura libre de entre entrepisos de 2.40 m conduce a una espesor mínimo del alma del muro de 150 mm y de 300 mm de ancho de muro resaltado en su extremo (en la dirección perpendicular al plano

del muro) para el elemento de borde en (DES)]. ACI 318-14 modificó la ecuación (C.21-11) de NSR-10 introduciendo un coeficiente 1.5 que multiplica a δ_u , introdujo cambios importantes en los requisitos para refuerzo transversal de confinamiento de columnas, lo cual afecta los elementos de borde de los muros estructurales, entre otras muchas modificaciones para evitar estas fallas a pandeo lateral de muros delgados ante acciones sísmicas.

El elemento de borde forma parte integral de muros debidamente diseñado y el hecho de que está íntimamente adherido a él, inclusive con refuerzo horizontal de cortante pasando del alma del muro al elemento de borde, no pueden concebirse como si tratara de elementos separados y los elementos de borde, aunque se refuercen como columnas confinadas, no por esto dejan de ser una parte integrante del muro mismo y por lo tanto no pueden hacerse consideraciones de que se trata de un sistema de pórtico o un sistema combinado solo por esta razón, ni son aplicables las alturas máximas de la edificación permitidas para estos otros sistemas estructurales.

Además, se han presentado numerosos seminarios en varias ciudades de Colombia sobre el nuevo documento ACI 318-14 (el cual se puede adquirir a través de la Seccional Colombiana del ACI) y ha habido una serie de investigaciones experimentales nacionales sobre el tema. La Comisión hace esta advertencia para evitar que se puedan seguir construyendo edificaciones de este tipo, altamente vulnerables sísmicamente, y que los profesionales que hagan su diseño estructural puedan ser requeridos por no haber cumplido con la debida diligencia el ejercicio de su profesión diseñando algo vulnerable cuando están enterados que el diseño podría serlo y potencialmente poner en riesgo la vida de sus ocupantes ante un sismo de las características que contempla el Reglamento NSR-10 como sismo de diseño.

(h) Edificaciones diseñadas estructuralmente de acuerdo con el Título E del Reglamento NSR-10

En el Título E se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en muros de mampostería o en muros de bahareque encementado, que pertenecen al grupo de uso I tal como lo define A.2.5.1.4 y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11, es decir, construcciones de uno y dos pisos que formen parte de programas de menos de 5 viviendas y menos de 2000 m² (dos mil metros cuadrados) de área construida en conjunto. No obstante, si se desea, para viviendas estructuradas con muros de mampostería, puede llevarse a cabo el diseño siguiendo los requisitos del Título A y el Título D del Reglamento NSR-10.

La Ley 1796 de 2016 estableció que los diseños estructurales deben ser objeto de revisión para efectos de la obtención de la correspondiente licencia de construcción. Lo que se requiere a portar para la obtención de la licencia de construcción y ser objeto de revisión estructural para expedirla, se debe consultar lo que exige la Resolución 0462 de 2017 *“Por medio de la cual se establecen los documentos que deberán acompañar las solicitudes de licencias urbanísticas y de modificación de licencias urbanísticas vigentes”* y la Resolución 0463 de 2017 *“Por medio de la cual se adopta el Formulario Único Nacional para la solicitud de licencias urbanísticas y el reconocimiento de edificaciones y otros documentos”*, ambas expedidas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Las cuales requieren que en los planos arquitectónicos se incluya lo siguiente:

1. Apique
2. Cuadro de longitud de muros confinados
3. Planos con elementos estructurales de muros confinados, cimentación, entrepisos y cubierta.
 - 3.1 Rótulo
 - 3.2 Planta de cimentación con ejes
 - 3.3 Plantas de vigas y muros con ejes
 - 3.4 Despiece de elementos de confinamiento
 - 3.5 Especificaciones

(i) Estructuras de acero cuyo procedimiento de diseño requiere ensayos experimentales de comprobación

En el Título F en varios de sus requisitos de diseño se requiere una comprobación por medio de ensayos experimentales de prototipos correspondientes a lo que se presenta en los diseños. Al utilizar esta metodología se presentan dos casos diferentes: el primero ocurre cuando los ensayos demuestran tipos de comportamiento y procedimientos de diseño de índole genérica y aplicables a múltiples casos, y el segundo cuando solo se refieren a situaciones particulares. El procedimiento por medio del cual el diseñador estructural puede incluir en sus diseños los resultados de estos ensayos experimentales, para el primer caso debe disponer de una aprobación de la Comisión de Sismo Resistencia, como indica en el literal (e) de la sección 3.3.2.1.2 de la presente Resolución. En el segundo caso en la memoria de cálculos, el diseñador estructural debe aportar la información, alcance y resultados de los ensayos experimentales realizados. Esta situación de requerir experimentación se presenta en las siguientes secciones del Título F del Reglamento NSR-10:

Capítulo F.2 – *Estructuras de acero con perfiles laminados, armados y tubulares estructurales*: F.2.9.9, F.2.10.2.1.1, F.2.10.2.2.1, F.2.10.3.8, F.2.10.3.11, F.2.18, F.2.18.1.4, F.2.18.2.3, F.2.18.3 y F.2.19.

Capítulo F.3 – *Provisiones sísmicas para estructuras de acero con perfiles laminados, armados y tubería estructural*: F.3.4.1.5.2, F.3.4.2.7, F.3.5.2.2, F.3.5.2.4.1, F.3.5.2.6.3, F.3.5.3.2, F.3.5.3.4.2, F.3.5.3.6.3, F.3.5.6.6, F.3.6.3.6.5(2)(i) y (ii), F.3.6.4.2.1, F.3.6.4.2.1, F.3.6.4.4, F.3.6.4.5.1, F.3.6.4.5.2(3), F.3.6.4.5.2(3)(b), F.3.6.4.4.1, F.3.6.4.5.2(1)(b), F.3.6.4.5.2(2), F.3.6.4.4.1, F.3.6.4.5.2(b), F.3.6.4.5.2(3), F.3.6.4.4.1, F.3.6.4.5.2(1)(b), F.3.6.4.5.2(3), F.3.6.4.6.3(2), F.3.7.5.4.4, F.3.7.2.2, F.3.7.2.6.3, F.3.7.3.2, F.3.7.3.4.2, F.3.7.3.6.3, F.3.7.4.2, F.3.7.4.6.4, F.3.10.1, F.3.10.2.2, F.3.11, F.3.11.1.6(8), F.3.11.2, F.3.11.2.4, F.3.11.2.4.2(1), F.3.11.2.4.5(1), F.3.11.2.4.6(1), F.3.11.2.4.6(2), F.3.11.2.4.7(1), F.3.11.2.5.2, F.3.11.2.5.3, F.3.11.2.7, F.3.11.2.8, F.3.11.3, F.3.11.3.5.2, F.3.11.3.5.3, F.3.11.3.8.1, F.3.11.3.8.2, F.11.3.9(1), F.3.11.3.10 y F.3.11.3.10(3).

Capítulo F.4 – *Estructuras de acero con perfiles de lámina formada en frío*: F.4.1.6.2(a)(1), F.4.1.6.2(c), F.4.1.6.2(a), F.4.1.6.2(c), F.4.2.2.2(a), F.4.3.3.7, F.4.3.4.1.4, F.4.4.4(c), F.4.4.5, F.4.4.5, F.4.4.6.1.1, F.4.4.6.1.4, F.4.4.6.2.1, F.4.4.6.3.1, F.4.4.6.3.2, F.4.5.2.2.2, F.4.5.2.4(2), F.4.5.3, F.4.5.3.3, F.4.5.4, F.4.5.4.4.2(c), F.4.6, F.4.7.5, F.4.8.4.1, F.4.8.4.2.1(a), F.4.8.4.2.7.1, F.4.8.4.3.2.1, F.4.8.4.3.2.1.2 y F.4.8.4.3.4.

Capítulo F.5 – *Estructuras de aluminio*: F.5.3.1, F.5.3.7, F.5.3.8, F.5.6.1, F.5.6.3.6, F.5.6.4.1(c), F.5.6.5, F.5.6.5.5, F.5.6.9.1, F.5.6.10.2, F.5.6.10.3, F.5.7.1, F.5.7.8.1, F.5.7.8.2, F.5.7.8.5, F.5.8, F.5.8.4 y F.5.8.4.2.

(j) Estructuras de madera y guadua cuyo procedimiento de diseño requiere ensayos experimentales de comprobación

En el Título G en varios de sus requisitos de diseño se requiere una comprobación por medio de ensayos experimentales de prototipos correspondientes a lo que se presenta en los diseños. Al utilizar esta metodología se presentan dos casos diferentes: el primero ocurre cuando los ensayos demuestran tipos de comportamiento y procedimientos de diseño de índole genérica y aplicables a múltiples casos, y el segundo cuando solo se refieren a situaciones particulares. El procedimiento por medio del cual el diseñador estructural puede incluir en sus diseños los resultados de estos ensayos experimentales, para el primer caso debe disponer de una aprobación de la Comisión de Sismo Resistencia, como indica en el literal (e) de la sección 3.3.2.1.2 de la presente Resolución. En el segundo caso en la memoria de cálculos, el diseñador estructural debe aportar la información, alcance y resultados de los ensayos experimentales realizados. Esta situación de requerir experimentación se presenta en las siguientes secciones del Título G del Reglamento NSR-10:

Capítulo G.2 – *Bases para el diseño estructural*: G.2.2.3.4.

Capítulo G.12 – *Estructuras de guadua*: G.12.1.5, G.12.7.4 y G.12.11.4.

Apéndice G-A – *Metodología para obtención de esfuerzos admisibles*: G-A.1.

Apéndice G-B – *Parámetros de estructuración del Reglamento NSR-10 Título G*: G-B.1.2.

(k) Inclusión en los planos estructurales de cimentación y estructuras de contención de una casilla para que firme el ingeniero geotecnista

En todos los planos estructurales de la cimentación, de las obras de contención, de procedimientos de excavación y relleno, se debe incluir una casilla para que firme el ingeniero geotecnista del proyecto, indicando su nombre y número de matrícula profesional, como lo requiere la sección H.1.1.2.1 del Reglamento NSR-10.

(l) Supervisión técnica independiente exigida por el diseñador estructural

De acuerdo con lo requerido por la Ley 400 de 1997 en su artículo 18, modificado por el artículo 4 de la Ley 1795 de 2016; cuando la supervisión técnica independiente no sea obligatoria, el diseñador estructural podrá exigir la supervisión técnica a las edificaciones cuya complejidad, procedimientos constructivos especiales o materiales empleados la hagan necesaria, consignando este requisito de la manera prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones y mediante memorial, debidamente motivado, que se anexará al proyecto estructural.

(m) Datos que debe suministrar el diseñador estructural al diseñador de los elementos no estructurales

El diseñador estructural debe proveer en su memoria de cálculos, información sobre la estructura diseñada para ser utilizada en el diseño de los elementos no estructurales. Esta información se limita a lo siguiente:

- i. Descripción somera de la solución estructural adoptada según lo prescribe el Capítulo A.3 de NSR-10.
- ii. Valores descriptivos del espectro de aceleraciones de diseño en superficie utilizados en el diseño estructural (forma espectral y los valores empleados en el diseño de la estructura, según lo requiera el Capítulo A.2 de NSR-10).
- iii. Períodos de vibración fundamental en las dos direcciones principales en planta de la edificación obtenidos del análisis estructural de acuerdo con el método de la fuerza horizontal equivalente del Capítulo A.4 de NSR-10. Si se utilizó análisis dinámico, según el Capítulo A.5, el diseñador estructural, a su elección, debe también incluir esta información adicional y hacer las salvedades que considere pertinentes.
- iv. Entregar una relación de las fuerzas horizontales de diseño sísmico por el método de la fuerza horizontal equivalente del Capítulo A.4 del Reglamento NSR-10, que incluya el valor de la fuerza horizontal de diseño, la masa de cada uno de los pisos y las deflexiones laterales utilizadas para calcular las derivas de la edificación. Así mismo debe incluir las fuerzas torsionales debidas a torsión de todo el piso, según lo requerido en el Capítulo A.3 de NSR-10. Si se utilizó análisis dinámico, según el Capítulo A.5, el diseñador estructural, a su elección, puede también incluir esta información adicional y hacer las salvedades que considere pertinentes. El diseñador estructural debe dejar claro si las fuerzas sísmicas suministradas ya han sido divididas por el coeficiente de modificación de respuesta R , o no.

El diseñador de los elementos no estructurales, debe con la información relacionada determinar los parámetros de diseño sísmico de los elementos no estructural como lo prescribe A.9.4.2. Las aceleraciones que se requieren en la base de cada elemento no estructural, pueden calcularse dividiendo la fuerza reportada por la masa del piso utilizando la segunda Ley de Newton.

3.3.2.2. Edificaciones existentes

3.3.2.2.1. Alcance del diseño estructural de edificaciones existentes contenido directamente en el Reglamento NSR-10

El alcance del diseño estructural de edificaciones existentes está definido en el Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017), en las siguientes secciones:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en el Reglamento NSR-10. Los comentarios explicativos que se incluyen los hace la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.)

A.1.3 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.4 – Diseño estructural

[Comentario: aquí se indica que el diseño estructural debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin, de acuerdo con la Ley 400 de 1997. La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las fuerzas sísmicas (deriva) y ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación.]

Tabla A.1.3 -1 – Procedimiento de diseño estructural para edificaciones nuevas y existentes

[Comentario: la Tabla A.1.3-1 se especifican las etapas que deben llevarse a cabo en el diseño estructural de edificaciones existentes en su columna derecha. En la Tabla A.1.3-1 se ha seguido el orden del procedimiento de diseño de edificaciones nuevas, el cual no necesariamente coincide con el de edificaciones existentes, pues este último se debe ajustar a la secuencia prescrita en el Capítulo A.10 y lo indicado en la Tabla A.1.3-1 tiene simplemente carácter informativo para las edificaciones existentes.]

CAPÍTULO A.10 – EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO

A.10.1 – PROPÓSITO Y ALCANCE

A.10.1.1 – General

[Comentario: el Capítulo A.10 establece los criterios y procedimientos que se deben seguir para evaluar la vulnerabilidad sísmica y adicional, modificar o remodelar el sistema estructural de edificaciones existentes diseñadas y construidas con anterioridad a la vigencia del Reglamento NSR-10.]

A.10.1.2 – Propósito

[Comentario: una edificación que se intervenga siguiendo los requisitos presentados en el Capítulo A.10 debe ser capaz de resistir temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero con algún daño en elementos no estructurales, y temblores fuertes sin colapso.]

A.10.1.3 – Alcance

[Comentario: los requisitos dados en el Capítulo A.10 deben ser utilizados para llevar a cabo la evaluación del comportamiento sísmico y el diseño de la intervención, reparación o refuerzo de la estructura de edificaciones existentes antes de la vigencia del Reglamento NSR-10.]

A.10.1.3.1 – Reparaciones y cambios menores

[Comentario: se considera que el sistema estructural de la edificación no sufre modificación cuando se hacen reparaciones y cambios menores que no afecten el sistema de resistencia sísmica ni la integridad estructural de la edificación.]

A.10.1.3.2 – Cambio de uso

[Comentario: cuando se modifique el uso de una edificación de acuerdo a normas urbanísticas (de residencial a multifamiliar, de alguno de ellos a comercial, entre otros), así como el cambio de uno de los grupos de uso descritos en A.2.5.1 a otro superior dentro de ese numeral, deben evaluarse las implicaciones causadas por este cambio de uso ante cargas verticales, fuerzas horizontales y especialmente ante efectos sísmicos.]

A.10.1.3.3 — Vulnerabilidad sísmica

[Comentario: los criterios presentados en el Capítulo A.10 se pueden utilizar en el diagnóstico o evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones existentes antes de la vigencia del Reglamento NSR-10.]

A.10.1.3.4 — Modificaciones

[Comentario: los criterios presentados en el Capítulo A.10 deben ser empleados para el diseño y construcción de ampliaciones adosadas o ampliaciones en altura, actualizaciones al reglamento y/o alteraciones, entendidas como cualquier construcción o renovación de una construcción distinta de una ampliación.]

A.10.1.3.5 — Reforzamiento estructural

[Comentario: los requisitos del Capítulo A.10 y en especial los de A.10.9 deben ser empleados en actualización y rehabilitación sísmica de edificaciones existentes.]

A.10.1.3.6 — Reparación de edificaciones dañadas por sismos

[Comentario: los requisitos del Capítulo A.10 y en especial los de A.10.10 deben ser empleados en la reparación de edificaciones que hayan sufrido daños moderados a severos en su estructura, o daños moderados a severos en sus elementos no estructurales, o ambos, y que no hayan sido designadas como de obligatoria demolición total por la autoridad competente o por el censo que se realice para ese efecto con posterioridad a la ocurrencia del sismo, según sea el caso.]

A.10.1.3.7 — Cumplimiento de los Títulos J y K del Reglamento

[Comentario: en la intervención estructural de edificaciones construidas antes de la vigencia del Reglamento NSR-10 el cumplimiento de los requisitos contenidos en los Títulos J y K se deja a voluntad del propietario de la edificación con excepción de los casos contemplados en A.10.1.3.2 – Cambio de uso, y A.10.1.3.4 – Modificaciones, casos en los cuales la intervención debe cumplir lo requerido por los Títulos J y K del Reglamento NSR-10.]

A.10.1.4 — Procedimiento de la evaluación de la intervención

[Comentario: las etapas que deben seguirse se definen en esta sección para efectos de: información preliminar, evaluación de la estructura existente e intervención del sistema estructural.]

A.10.1.5 — Cálculos, memorias y planos

[Comentario: debe elaborarse una memoria justificativa de cálculos, la cual debe contener como mínimo: una relación de los documentos de diseño y construcción de la edificación original que fueron utilizados en la evaluación y diseño de las modificaciones, una descripción de la evaluación del estado actual de la edificación y de su sistema de cimentación, una justificación de la definición de los parámetros de evaluación y diseño utilizados, una memoria de cálculos del diseño de la modificación a la estructura original y los otros documentos apropiados.]

A.10.1.7 — Criterio y responsabilidad del ingeniero

[Comentario: diseñador estructural se hace responsable de la correcta aplicación de los requisitos del Reglamento NSR-10 y del comportamiento de la edificación en el futuro.]

A.10.2 — ESTUDIOS E INVESTIGACIONES REQUERIDAS

A.10.2.1 — Información previa

[Comentario: deben realizarse las investigaciones descritas en esta sección del Reglamento NSR-10 de la construcción existente.]

A.10.2.2 — Estado del sistema estructural

[Comentario: debe calificarse el estado del sistema estructural de la edificación existente de una manera cualitativa con base en la calidad del diseño y construcción de la estructura original y en su estado actual.]

A.10.3 — MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO CON SEGURIDAD LIMITADA

[Comentario: el Reglamento NSR-10 prescribe estos movimientos sísmicos de diseño de seguridad limitada para aquellos casos en los cuales no sea posible llevar la edificación existente a niveles de seguridad equivalentes a los movimientos sísmicos de diseño del Capítulo A.2 para edificaciones nuevas. En la sección A.10.9 del Reglamento NSR-10 se dan las limitaciones y requisitos para el uso de los movimientos sísmicos de diseño de seguridad limitada, incluyendo un memorial a ser suscrito por el propietario y el diseñador estructural de la rehabilitación, su protocolización en notaría pública y para el caso de edificaciones declaradas como patrimonio histórico, de conservación arquitectónica o de interés cultural. Si se utilizan estos movimientos sísmicos de diseño de seguridad limitada se exigen limitaciones para el acceso, del público en general, a la edificación.]

A.10.4 – CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

A.10.4.1 – General

[Comentario: debe determinarse si la edificación en su estado actual está en capacidad de resistir adecuadamente las cargas prescritas por el Reglamento NSR-10.]

A.10.4.2 – Solicitaciones equivalentes

[Comentario: debe establecerse una equivalencia entre las sollicitaciones que prescribe el Reglamento NSR-10 para edificaciones nuevas y las que la estructura está en capacidad de resistir en su estado actual. Esta sección del Reglamento NSR-10 establece los criterios bajo los cuales se deben obtener estas sollicitaciones equivalentes con base en: la calificación del sistema estructural, la obtención de un coeficiente de capacidad de disipación de energía en el rango inelástico de respuesta que depende de cómo se diseñó y construyó la estructura original, la obtención de unas fuerzas sísmicas equivalentes a las aplicables a estructuras nuevas, pero teniendo en cuenta las limitaciones de la estructura existente.]

A.10.4.3 – Relación entre demanda y capacidad

[Comentario: deben determinarse unos índices de sobreesfuerzo y de flexibilidad, que permitan definir la capacidad de la estructura existente de soportar y responder adecuadamente ante las sollicitaciones equivalentes. Se calcula la resistencia existente de los elementos estructurales con sus dimensiones y refuerzos existentes y con ella se determina una resistencia efectiva considerando la calidad del diseño y construcción y el estado actual de la estructura original. Se calcula el índice de sobreesfuerzo como el cociente entre lo solicitado por el Reglamento NSR-10 y la resistencia efectiva existente. Este valor corresponde al grado de vulnerabilidad de la edificación. Si el índice de sobreesfuerzo es mayor que la unidad, la edificación es vulnerable. De igual forma se calcula el índice de flexibilidad entre las derivas obtenidas para la estructura existente y las permitidas por el Reglamento NSR-10. Si el índice de flexibilidad es mayor que la unidad, la estructura es vulnerable por esta razón. Igual cómputo se realiza para los elementos horizontales (vigas y losas) con las deflexiones verticales obtenidas con respecto a las permitidas por el Reglamento NSR-10.]

A.10.5 – ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

A.10.5.1 – General

[Comentario: el análisis de vulnerabilidad sísmica de una edificación existente consiste en los siguientes aspectos: determinación de los índices de sobreesfuerzo individual de todos los elementos estructurales de la edificación existente considerando las relaciones entre la demanda sísmica de esfuerzos y la capacidad de resistirlos; la formulación de una hipótesis de secuencia de falla de la edificación con base en la línea de menor resistencia identificando la incidencia de la falla progresiva de los elementos, iniciando con aquellos con un mayor índice de sobreesfuerzo; la obtención de un índice de sobreesfuerzo general de la edificación, definido con base en los resultados obtenidos (el inverso del índice de sobreesfuerzo general expresa la vulnerabilidad de la edificación como una fracción de la resistencia que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con el Reglamento NSR-10); la obtención de un índice de flexibilidad general de la edificación (el inverso del índice de flexibilidad general expresa la vulnerabilidad sísmica de la

edificación como una fracción de la rigidez que tendría una edificación nueva construida de acuerdo con el Reglamento NSR-10.)]

A.10.5.2 — Edificaciones indispensables

[Comentario: el análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones indispensables debe cumplir A.10.5.1 y, además: identificar la influencia de los movimientos sísmicos correspondientes al umbral de daño del Capítulo A.12; determinar el cortante basal resistente de la edificación en su totalidad, ya sea por flexión o por esfuerzos cortantes, teniendo en cuenta los diferentes mecanismos de colapso posibles. Esta evaluación puede realizarse utilizando el procedimiento definido en el Apéndice A-3 (Push-over).]

A.10.6 — TIPOS DE MODIFICACIÓN

[Comentario: el Reglamento NSR-10 consideran los siguientes tipos de modificación a la estructura existente: edificaciones donde se amplía su área con o sin modificación en su altura. Las divide en ampliaciones adosadas y ampliación en altura; contempla además actualizaciones al Reglamento NSR-10 realizadas voluntariamente por el propietario y modificaciones a la estructura existente distintas a las anteriores.]

A.10.7 — AMPLIACIÓN ADOSDADA

[Comentario: en esta sección del Reglamento NSR-10 se dan los requisitos que se deben cumplir en el diseño y construcción de una ampliación adosada, incluyendo los casos en los cuales la edificación no es vulnerable, y no haya necesidad de intervenir el sistema estructural existente, siempre y cuando la porción nueva de la edificación se separe de la antigua con una junta apropiada de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.6 del Reglamento NSR-10. En este caso la porción nueva debe diseñarse y construirse de acuerdo con los requisitos del Reglamento NSR-10 para edificaciones nuevas. Debe, además, demostrarse que la cimentación de la porción nueva no afecta la de la porción existente.]

A.10.8 — AMPLIACIÓN EN ALTURA

[Comentario: en esta sección del Reglamento NSR-10 se dan los requisitos que se deben cumplir en el diseño y construcción de una ampliación en la altura de la edificación existente. En este tipo de modificaciones las dos porciones de la edificación trabajan en conjunto tanto para fuerzas horizontales como para cargas verticales; por esta razón, todo análisis y diseño debe tener en cuenta de una manera integrada la porción antigua y la porción nueva se deben tomar todas las precauciones necesarias para que la acción en conjunto ocurra de forma adecuada. Se debe seguir lo indicado en A.10.8.2 para la resistencia y capacidad de funcionamiento requeridas, en A.10.8.3 para los elementos estructurales en la porción antigua, en A.10.8.4 para el empalme de elementos nuevos con antiguos, en A.10.8.5 para los requisitos constructivos y en A.10.8.6 para los efectos sobre la cimentación.]

A.10.9 — REHABILITACIÓN SÍSMICA

[Comentario: en esta sección del Reglamento NSR-10 se dan los requisitos que se deben cumplir en la intervención de estructuras de edificaciones que deben ser reforzadas o actualizadas a él por razones de vulnerabilidad sísmica.]

A.10.10 — REPARACIÓN DE EDIFICACIONES DAÑADAS POR SISMOS

[Comentario: en esta sección del Reglamento NSR-10 se indican las actuaciones a realizar con posterioridad a la ocurrencia de un sismo en las edificaciones que hayan sufrido daños moderados a severos en su estructura, o daños moderados a severos en sus elementos no estructurales, o ambos; ya sea para ser evaluadas con base en los estudios e investigaciones como las estipuladas en la sección A.10.10.2, lo que permitirá establecer si es técnicamente factible adelantar su reparación. Se proveen criterios básicos para orientar la decisión del dueño o de la autoridad competente para, de ser el caso, designar la estructura para demolición total, o para apelar la decisión de demolición si ella ya ha sido tomada por la autoridad competente o por el censo que se haya realizado para el efecto, antes de contar con el estudio referido. La reparación de aquellas edificaciones que finalmente no hayan sido designadas como de obligatoria demolición total, debe ser adelantada de acuerdo con las exigencias y criterios que se establecen en la sección A.10.10 del Reglamento NSR-10.]

**CAPÍTULO H.10 – REHABILITACIÓN SÍSMICA DE EDIFICIOS: AMENAZAS DE ORIGEN SISMO GEOTÉCNICO Y
REFORZAMIENTO DE CIMENTACIONES**

H.10.4 — REFORZAMIENTO Y RIGIDEZ DE LA CIMENTACIÓN

[Comentario: en esta sección del Reglamento NSR-10 se dan los requisitos que se deben cumplir en la intervención de cimentación de estructuras de edificaciones que deben ser reforzadas o actualizadas a él.]

El Reglamento NSR-10 no contempla dentro de su alcance los estudios de patología estructural. No obstante, cuando se trate de deterioro progresivo de la estructura debe consultarse C.20.1.4. Los criterios generales que se aplican en los estudios de vulnerabilidad en muchas situaciones son extensibles a los estudios de patología estructural y conforman el marco conceptual dentro del cual estos últimos deben enfocarse.

La asesoría en la etapa de construcción no hace parte del alcance de los trabajos de diseño estructural de edificaciones existentes y cuando se requiera, se debe contratar como una adición al alcance normal de los trabajos. No obstante, el Artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, el cual modificó el Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, en el Parágrafo 3 indica: "... el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotecnista responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor y/o el supervisor técnico. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en el proceso de supervisión de la obra."

3.3.2.2.2. Alcance del diseño estructural de edificaciones existentes ampliado por la Comisión de Sismo Resistencia

De acuerdo con el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, amplía detalladamente el alcance y procedimiento de ejecución de los siguientes aspectos de fundamental importancia en el diseño estructural de la rehabilitación de edificaciones existentes. A continuación, las exigencias de documentación de la bondad en el alcance del diseño estructural de los siguientes aspectos de carácter obligatorio por parte del diseñador estructural:

(a) Uso de metodologías alternas de evaluación de vulnerabilidad de edificaciones existentes

En A.10.9.4 del Reglamento NSR-10 se permite en vez de la utilización de lo prescrito en A.10.4, el uso de los documentos alternos relacionados allí. El ingeniero estructural en su memoria de cálculo debe incluir una explicación de las razones por las cuales considera apropiado el uso de la metodología alterna y una descripción de como la aplico en el caso particular, citando las secciones pertinentes del documento alterno.

(b) Uso del método de análisis no lineal de plastificación progresiva (push-over) en la validación de la bondad de la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes

Cuando se utilice el método de análisis no lineal de plastificación progresiva (push-over) se debe cumplir con lo requerido en A.3.4.2.4 y en el Apéndice A-3 de NSR-10 y debe tenerse en cuenta que la utilización de esta metodología deben ser confrontados con los resultados obtenidos con uno de los métodos de análisis permitidos por el Reglamento NSR-10 y además, deben ser objeto de una revisión externa, tal como lo requiere A-3.2.10, por parte de al menos dos expertos en análisis no lineal estático de plastificación, quienes deben describir y documentar esta validación, y esta revisión no exime de la revisión de oficio que debe realizar el curador urbano o la autoridad municipal o distrital encargada de la expedición de las licencias urbanísticas.

(c) Uso de materiales alternativos o novedosos en el diseño de rehabilitaciones sísmicas

La Ley 400 de 1997 en su artículo 8 permite el uso de materiales estructurales, métodos de diseño y métodos de construcción diferentes a los prescritos en la Ley 400 de 1997 y sus reglamentos, siempre y cuando se cumplan los requisitos establecidos en los artículos 9 a 14 de esta Ley. En las últimas décadas se han desarrollado materiales novedosos y apropiados para la rehabilitación sísmica de edificaciones existentes. Quien los utiliza debe ser cauteloso respecto a su efectividad en proteger la vida de los habitantes de las edificaciones rehabilitadas y su aplicabilidad en el medio colombiano y por esta razón la Ley 400 de 1997 en los mencionados artículos descarga en la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, adscrita al Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, la aprobación y permisos de utilización de materiales estructurales, métodos de diseño y métodos de construcción diferentes a los prescritos en la Ley 400 de 1997 y sus reglamentos. La Comisión desarrollo el documento "*Requisitos exigidos por esta Comisión para la homologación de regímenes de excepción*" el cual puede obtenerse gratuitamente en la Secretaría de la Comisión. En este documento se indica la documentación de soporte que debe aportarse para obtener las diferentes aprobaciones y conceptos de la Comisión que contempla la Ley 400 de 1997.

(d) Uso de fibras de carbono y similares en rehabilitaciones sísmicas

La utilización de fibras de polímeros no está reglamentada en el Reglamento NSR-10. Las fibras de carbono y similares han sido utilizadas en el ámbito nacional e internacional para la reparación y patología de elementos estructurales individuales cuya resistencia ante cargas estáticas gravitacionales es deficiente. La Comisión no considera apropiado el uso de fibras de carbono y similares para la rehabilitación sísmica de estructuras de mampostería no reforzada, y menos aún para el caso de edificaciones indispensables del Grupo de Uso IV, teniendo en cuenta el carácter dinámico de las sollicitaciones sísmicas y la ausencia de referencias normativas reconocidas del uso de estos materiales sometidos a este tipo de acciones. Además, el uso de estas fibras requiere elementos complementarios que permitan transferir las fuerzas que llevarían las fibras a los diafragmas de la edificación y a los muros que estén localizados en el piso inmediatamente inferior, y así sucesivamente hacia abajo hasta la cimentación de la edificación, la cual debe reforzarse adecuadamente para resistir estas fuerzas que se le transmiten. Además, deben estar apropiadamente adheridas a los muros que se pretende reforzar con ellas y deben contar con una protección adecuada contra los rayos ultravioleta que las deterioran con el tiempo. En consecuencia, su uso no está permitido en el territorio nacional para edificaciones cubiertas por el alcance del Reglamento NSR-10. Para el uso de este tipo de reforzamiento se debe cumplir con lo exigido en el literal (c) de 3.3.2.2.2 anterior incluyendo todos los requisitos para los elementos complementarios necesarios para que el sistema de reforzamiento funcione adecuadamente. La Comisión se abstendrá de aprobar procedimientos de excepción que no definan los elementos complementarios y que pretendan la aprobación simplemente de las fibras como material novedoso.

(e) Inclusión en los planos estructurales de intervención de cimentación y estructuras de contención existentes de una casilla para que firme el ingeniero geotecnista

En todos los planos estructurales de intervención de la cimentación y de las obras de contención existentes, de procedimientos de excavación y relleno, se debe incluir una casilla para que firme el ingeniero geotecnista del proyecto de intervención, indicando su nombre y número de matrícula profesional.

(f) Supervisión técnica independiente exigida por el diseñador estructural

De acuerdo con lo requerido por la Ley 400 de 1997 en su artículo 18, modificado por el artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, cuando la supervisión técnica independiente no sea obligatoria, el diseñador estructural podrá exigir la supervisión técnica a las edificaciones cuya complejidad, procedimientos constructivos especiales o materiales empleados la hagan necesaria, consignando este requisito de la manera prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones y mediante memorial, debidamente motivado, que se anexará al proyecto estructural.

3.3.2.2.3. Concepto estructural en el caso del reconocimiento de la existencia de edificaciones ejecutadas sin obtener licencia

Para el reconocimiento de la existencia de edificaciones ejecutadas sin obtener licencia, de acuerdo con lo señalado por el numeral 3 del artículo 2.2.6.4.2.2 del Decreto 1077 de 2015, el peritaje técnico requerido por el numeral 3 de artículo 2.2.6.4.2.2, tiene por objeto determinar la estabilidad de la construcción, las intervenciones y obras a realizar que lleven progresiva o definitivamente a disminuir la vulnerabilidad sísmica de la edificación, cuando a ello hubiere lugar. Estas intervenciones se deben realizar por parte de un diseñador estructural debidamente facultado para esta labor, la cual tendrá el alcance indicado en la sección 3.3.2.2.1 de la presente Resolución. Con excepción del reconocimiento de edificaciones de vivienda de interés social que se ubiquen en asentamientos que hayan sido objeto de legalización urbanística, cuando la edificación a la cual se pretende reconocer la existencia tenga o supere los 2.000 m² de área construida, deberá contar con la revisión independiente del diseño estructural de reforzamiento y la supervisión técnica independiente en obra.

3.3.3. Entregas

3.3.3.1. Edificaciones nuevas

Como resultado de los trabajos de diseño estructural de edificaciones nuevas, el diseñador estructural debe entregar al contratante lo siguiente:

1. Memoria de cálculos que cumpla el contenido dado en A.1.5.3.1 del Reglamento NSR-10, donde el diseñador estructural demuestre que cumplió con el alcance prescrito directamente en el Reglamento NSR-10, tal como se enumera en 3.3.2.1.1 de la presente Resolución, y con los casos relacionados en 3.3.2.1.2 de la presente Resolución, según aplique.
2. Planos estructurales que cumplan con A.1.5.2.1 de NSR-10, incluyendo la protección contra el fuego de los elementos estructurales.
3. Especificaciones de construcción de la estructura que cumplan con lo requerido en el literal (f) de la sección 3.3.2.1.2 de la presente Resolución.
4. Cantidades totales de materiales estructurales contenidos en los planos

3.3.3.2. Edificaciones existentes

Como resultado de los trabajos descritos el diseñador estructural debe entregar al contratante lo siguiente en todos los casos excepto análisis de vulnerabilidad:

1. Memoria de cálculos donde el diseñador estructural demuestre que cumplió con el alcance prescrito directamente en el Reglamento NSR-10, tal como se enumera en 3.3.2.2.1 de la presente Resolución, y con los casos relacionados en 3.3.2.2.2 de la presente Resolución, según aplique, la cual debe contener los siguientes apartes:
 - 1.1. Memoria descriptiva de la información existente recopilada según A.10.1.5 y A.10.2.1 del Reglamento NSR-10.
 - 1.2. Memoria de la exploración realizada en la edificación existente según A.10.1.5 y el literal (a) de A.10.2.1 del Reglamento NSR-10.

- 1.3. Memoria de evaluación de la edificación existente según lo requerido en A.10.1.5, A.10.2.2 y de acuerdo con A.10.4 del Reglamento NSR-10.
- 1.4. Memoria de los diseños de la modificación según su tipo de los descritos en A.10.6 y cumpliendo A.10.1.5 del Reglamento NSR-10
- 1.5. Memoria de validación de la intervención propuesta de acuerdo con las etapas 11 y 12 de A.10.1.4 y A.10.1.5 del Reglamento NSR-10.
2. Planos estructurales de la reparación cumpliendo lo requerido en A.10.1.5 del Reglamento NSR-10.
3. Especificaciones de construcción de la reparación
4. Cantidades totales de materiales estructurales contenidos en los planos

En el caso de análisis de vulnerabilidad (y patología estructural) solo se requiere entregar una Memoria de cálculos donde el diseñador estructural demuestre que cumplió con lo requerido en A.10.5.1 del Reglamento NSR-10, la cual debe contener los siguientes apartes:

1. Memoria descriptiva de la información existente recopilada según el literal (a) de A.10.1.5 del Reglamento NSR-10.
2. Memoria de la exploración realizada en la edificación existente según el literal (a) de A.10.2.1 del Reglamento NSR-10.
3. Memoria de evaluación de la vulnerabilidad de la edificación existente según A.10.1.5 y A.10.2 del Reglamento NSR-10.

3.3.4. Formulación del honorario básico de diseño estructural

El valor de los honorarios de diseño estructural es un porcentaje del valor de la estructura, lo cual corresponde al honorario básico. Este honorario básico se ve afectado posteriormente por el grado de complejidad de la estructura, por la repetitividad de la misma y por otros factores para llegar a determinar el valor del honorario que efectivamente se debe pagar.

El honorario básico de diseño estructural corresponde al 5.2% (cinco punto dos por ciento) del costo de la estructura.

La *repetitividad de la estructura* afecta el valor de los honorarios. Cuando los planos de la estructura se utilizan más de una vez el valor de los honorarios se ve afectado por el siguiente factor acumulativo:

Por la primera estructura	1.0
Por la segunda estructura	0.5
Por la tercera estructura	0.3
Por cada una de las siguientes	0.1

Por ejemplo, para un grupo de 16 estructuras iguales, el factor por repetitividad corresponde a:

$$1.0 + 0.5 + 0.3 + [0.1 \times (16 - 3)] = 3.1$$

Por lo tanto, el valor de los honorarios, evaluado para el área de un edificio, sería el correspondiente al honorario básico, afectado por el grado de complejidad y multiplicado por el factor de repetitividad.

3.3.5. Grado de complejidad

Las estructuras se clasifican de acuerdo con su grado de complejidad en cinco grupos, definidos del Grupo A al Grupo E, siendo el grupo A el de mayor complejidad y el E el de menor. La clasificación de las estructuras de acuerdo con el grado de complejidad en el diseño estructural es la siguiente:

Grado A — Cascarones y placas plegadas, bases y fundaciones de maquinaria, edificaciones con cuatro (4) o más sótanos o veinte (20) o más pisos sin contar los sótanos, diseño de rehabilitación de estructuras existentes incluyendo el análisis de vulnerabilidad.

Grado B — Coliseos, estadios, iglesias, teatros, centros comerciales, aeropuertos y helipuertos, estructuras industriales, edificaciones indispensables y de atención a la comunidad según el Reglamento NSR-10, edificaciones con tres (3) sótanos o entre quince (15) y diez y nueve (19) pisos sin contar los sótanos.

Grado C — Tanques (aéreos o enterrados), piscinas, estructuras de madera y guadua, edificaciones con dos (2) sótanos o entre diez (10) y catorce (14) pisos sin contar los sótanos.

Grado D — Estructuras metálicas de cubierta, estructuras con un (1) sótano o entre seis (6) pisos y nueve (9) pisos sin contar los sótanos, estudios de vulnerabilidad sin diseño de la rehabilitación.

Grado E — Edificaciones sin sótano o de cinco (5) o menos pisos sin contar los sótanos, viviendas de uno y dos pisos.

Tabla 1.3-2 — Porcentaje del honorario básico según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	Porcentaje del honorario básico	Número de pisos (Véase Nota 1)	Número de sótanos (Véase Nota 1)	Descripción
Grado A	100 %	# pisos ≥ 20	≥ 4 sótanos	<ul style="list-style-type: none"> • cascarones y placas plegadas, • bases y fundaciones de maquinaria, • edificaciones con cuatro (4) o más sótanos o veinte (20) o más pisos sin contar los sótanos, • diseño de rehabilitación de estructuras existentes incluyendo el análisis de vulnerabilidad.
Grado B	90 %	$19 \geq \# \text{ pisos} \geq 15$	3 sótanos	<ul style="list-style-type: none"> • Coliseos, estadios, iglesias, teatros, centros comerciales, • aeropuertos y helipuertos, • estructuras industriales, • edificaciones indispensables y de atención a la comunidad según el Reglamento NSR-10, • edificaciones con tres (3) sótanos o entre quince (15) y diez y nueve (19) pisos sin contar los sótanos.
Grado C	80 %	$14 \geq \# \text{ pisos} \geq 10$	2 sótano	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques (aéreos o enterrados), • piscinas, • estructuras de madera y guadua, • edificaciones con dos (2) sótanos o entre diez (10) y catorce (14) pisos sin contar los sótanos.
Grado D	70 %	$9 \geq \# \text{ pisos} \geq 6$	1 sótano	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras metálicas de cubierta, • estructuras con un (1) sótano o entre seis (6) pisos y nueve (9) pisos sin contar los sótanos, • estudios de vulnerabilidad sin diseño de la rehabilitación.
Grado E	60 %	# pisos ≤ 5	sin sótano	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones sin sótano o de cinco (5) o menos pisos sin contar los sótanos, • viviendas de uno y dos pisos.

Nota 1 — Cuando el grado de complejidad lo defina el número de pisos o el número de sótanos, se tomará la clasificación de complejidad más alta de las obtenidas según el número de pisos o según el número de sótanos. Así, por ejemplo, un edificio de seis pisos aéreos y tres sótanos se clasificará como Grado B, o un edificio de 6 pisos aéreos y sin sótano se clasificará como Grado D.

El honorario efectivo de diseño para cada uno de los grupos de complejidad corresponde a un porcentaje del honorario básico de acuerdo con la Tabla 3.3-2. Si a una estructura le aplican dos grados de complejidad se aplicará el grado de complejidad mayor. Cuando se trate de edificaciones de grado de complejidad mixto (uso mixto) se hará un promedio ponderado según al área de placas aéreas para obtener el grado de complejidad según el número de pisos. Por ejemplo, una edificación de torre y plataforma con tres sótanos, cuya torre tiene 14 pisos y le corresponde el 70% del área de placas aéreas y la plataforma de 3 pisos le corresponde el 30% restante del área de placas aéreas, tendría un número de pisos equivalente de $0.7 \times 14 + 0.3 \times 3 = 10.7$ lo cual la clasificaría como Grado C por efectos de número de pisos y como Grado B según el número de sótanos. A la edificación le correspondería el grado de complejidad B.

3.4. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

3.4.1. Objeto

Debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a construir la edificación con base en la cual el ingeniero geotecnista debe elaborar unas recomendaciones para que el ingeniero estructural pueda realizar el diseño estructural de los elementos de la cimentación y obras de contención y la definición de los efectos sísmicos locales. Además, el estudio geotécnico debe indicar los procedimientos constructivos que debe emplear el constructor, y los aspectos especiales a ser tenidos en cuenta por el supervisor técnico. El Reglamento NSR-10 divide los estudios geotécnicos de la siguiente manera:

1. estudio geotécnico preliminar (Sección H.2.2.1)
2. estudio geotécnico definitivo (Sección H.2.2.2),
3. asesoría geotécnica en las etapas de diseño y construcción (Sección H.2.2.3),
4. estudio de estabilidad de laderas y taludes (Sección H.2.2.4)
5. estudios sísmicos particulares de sitio (Secciones A.2.1.2.2 y A.2.10).

El estudio geotécnico preliminar tiene como objeto establecer las condiciones que afectan la elaboración de un proyecto de construcción en un terreno. En general no incluye exploración y se basa en información de carácter general sin la realización de exploración o tan solo exploración de menor alcance. Este estudio no es de obligatoria ejecución dentro del Reglamento NSR-10.

El estudio geotécnico definitivo se realiza para un proyecto arquitectónico y estructural específico. Requiere exploración de alcance apropiado y la elaboración de unas recomendaciones de diseño de la cimentación. Este estudio es de obligatoria ejecución dentro del Reglamento NSR-10.

La asesoría geotécnica en las etapas de diseño y construcción se debe realizar en proyectos de categoría Media Alta y Especial (véanse las categorías en H.3.1.1 del Reglamento NSR-10). No obstante, el Artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, el cual modificó el Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, en el Parágrafo 3 indica: "... el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotecnista responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor y/o el supervisor técnico. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en el proceso de supervisión de la obra".

El estudio de estabilidad de laderas se realiza en aquellas situaciones en que se debe evaluar la estabilidad de laderas independientemente, o cuando no está comprendido dentro del alcance del estudio geotécnico preliminar ni definitivo. Solo es de obligatoria ejecución dentro del Reglamento NSR-10 cuando así lo exijan las autoridades municipales o distritales o lo determine como necesario el ingeniero geotecnista.

El estudio sísmico particular de sitio se realiza para obtener los parámetros sísmicos de diseño para un lugar específico cuando se realizan estudios de propagación de la onda sísmica del basamento rocoso hasta la superficie y en los casos exigidos en la sección A.2.10 del Reglamento NSR-10. Incluye, en casos especiales el estudio de efectos topográficos. Solo es de obligatoria ejecución dentro del Reglamento NSR-10 cuando así lo determine el mismo Reglamento o lo exijan las autoridades municipales o distritales.

3.4.2. Alcance de los estudios geotécnicos

3.4.2.1. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones nuevas contenido directamente en el Reglamento NSR-10

El alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones nuevas contenido directamente en el Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017), se encuentra en las siguientes secciones:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en el Reglamento NSR-10. Los comentarios explicativos que se incluyen los hace la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.)

TÍTULO A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

CAPÍTULO A.1 – INTRODUCCIÓN

A.1.3 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.2 – Estudios geotécnicos

[Comentario: aquí se indica que el estudio geotécnico debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin, de acuerdo con la Ley 400 de 1997. Se indica que debe realizarse una exploración del subsuelo. El ingeniero geotecnista debe elaborar un informe en el cual relacione la exploración y los resultados obtenidos en el laboratorio, se den las recomendaciones que debe seguir el ingeniero estructural en el diseño de la cimentación y obras de contención, la definición de los efectos sísmicos locales, los procedimientos constructivos que debe emplear el constructor, y los aspectos especiales a ser tenidos en cuenta por el supervisor técnico independiente. En el reporte se deben indicar los asentamientos esperados, su variabilidad en el tiempo y las medidas que deben tomarse para no afectar adversamente las construcciones vecinas.]

A.1.3.7 – Revisión de los diseños

[Comentario: se indica que los estudios geotécnicos deben ser revisados para la obtención de la licencia de construcción, de oficio por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital a cargo de la expedición de licencias de construcción, o voluntariamente por un revisor independiente, lo cual no exime de la revisión de oficio.]

A.1.3.12 – Aspectos fundamentales de diseño

[Comentario: en las edificaciones definidas en esta sección deben considerarse algunos aspectos especiales de índole geotécnica en su diseño, dentro de los cuales se cuentan: influencia del tipo

de suelo en la amplificación de los movimientos sísmicos, potencial de licuación del suelo en el lugar y la posibilidad de falla de taludes o remoción en masa debida al sismo.]

A.1.5 – DISEÑOS, PLANOS, MEMORIAS Y ESTUDIOS

A.1.5.4 – Estudio geotécnico

[Comentario: para efectos de obtener una licencia de construcción debe presentarse un estudio geotécnico realizado de acuerdo con los requisitos del Título H del Reglamento NSR-10. El estudio geotécnico debe ir firmado por un ingeniero civil facultado para ese fin, y debe hacer referencia a: lo exigido en A.1.3.2, la definición de los efectos locales exigida en A.2.4, incluyendo el caso en el que se realice un estudio sísmico particular de sitio según lo indicado en A.2.10, la obtención de los parámetros del suelo para efectos de la evaluación de la interacción suelo-estructura tal como la define el Capítulo A.7, cuando esta es requerida por el Capítulo A.3 y las demás que exija el Título H.]

CAPÍTULO A.2 – ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO

A.2.1 – GENERAL

A.2.1.2 – Efectos locales diferentes

[Comentario: se permite utilizar movimientos sísmicos de diseño diferentes a los definidos en A.2.4, si se demuestra que fueron obtenidos utilizando mejor información proveniente de un estudio detallado de propagación de la onda sísmica a través del suelo existente debajo del sitio, o de la incidencia de la topografía del lugar utilizando una microzonificación sísmica debidamente aprobada, o cuando el ingeniero geotecnista responsable del estudio geotécnico de la edificación defina unos efectos locales particulares para el lugar donde se encuentra localizada la edificación, utilizando estudios de amplificación de las ondas sísmicas o estudios especiales referentes a efectos topográficos, o ambos, éstos deben realizarse de acuerdo con A.2.10.]

A.2.4 – EFECTOS LOCALES

[Comentario: esta sección define los tipos de perfil de suelo y los valores de los coeficientes de sitio. El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados.]

A.2.4.1 – General

[Comentario: los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base en los perfiles de suelo dados, independientemente del tipo de cimentación empleado. La identificación del perfil de suelo se realiza a partir de la superficie del terreno. Cuando existan sótanos, o en edificio en ladera, el ingeniero geotecnista, de acuerdo con el tipo de cimentación propuesta, puede variar el punto a partir del cual se inicia la definición del perfil, por medio de un estudio acerca de la interacción que pueda existir entre la estructura de contención y el suelo circundante; pero en ningún caso este punto puede estar por debajo de la losa sobre el terreno del sótano inferior.]

A.2.4.1.1 – Estabilidad del depósito de suelo

[Comentario: cuando exista la posibilidad de que el depósito no sea estable, especialmente ante la ocurrencia de un sismo, como puede ser en sitios en ladera o en sitios con suelos potencialmente licuables, no deben utilizarse las definiciones del perfil de suelo dadas en A.2.4 y hay necesidad de realizar una investigación geotécnica que identifique la estabilidad del depósito, además de las medidas correctivas que se deben tomar en el lugar. El estudio geotécnico debe indicar las medidas correctivas y los coeficientes de sitio que se debe utilizar en el diseño después de implantar las medidas correctivas.]

A.2.4.2 – Tipos de perfil de suelo

[Comentario: aquí se definen los tipos de perfil de suelo de A a E, los cuales se muestran en la Tabla A.2.4-1.]

A.2.4.3 – Parámetros empleados en la definición del tipo de perfil de suelo

[Comentario: el perfil de suelo se define por medio de las características del suelo en los 30 m superiores del perfil y utilizando ensayos realizados con muestras tomadas al menos cada 1.5 m

de espesor del suelo durante la exploración geotécnica. Los parámetros deben ser establecidos por el ingeniero geotecnista de acuerdo con lo requerido en esta sección.]

A.2.4.4 – Definición del perfil de suelo

[Comentario: de acuerdo con los valores de los parámetros provenientes de la exploración geotécnica definidos en A.2.4.3 y los rangos de valores dados en la Tabla A.2.4-1 se establecen los perfiles Tipo A a E. Los perfiles Tipo F requieren una definición especial por parte del ingeniero geotecnista (véase A.2.10). Los perfiles tipo F incluyen: suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc., turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas con más de 3 m de espesor, arcillas de muy alta plasticidad y perfiles de gran espesor de arcillas.]

A.2.4.5 – Procedimiento de clasificación

[Comentario: los pasos que debe seguir el ingeniero geotecnista para clasificar el perfil de suelo y definir el valor de los parámetros de amplificación de las aceleraciones en el espectro sísmico de diseño, F_a y F_v , por causa del suelo subyacente, se presentan en detalle en esta sección. El proceso de clasificación debe presentarse, debidamente sustentado por el ingeniero geotecnista, en el informe geotécnico.]

A.2.10 – ESTUDIOS SÍSMICOS PARTICULARES DE SITIO

A.2.10.1 – Propósito

[Comentario: Se prevén los siguientes casos de utilización de estudios sísmicos particulares de sitio: en todos los casos de perfil de suelo tipo F el ingeniero geotecnista debe definir los efectos locales particulares, excepto proyectos diseñados con el Título E de NSR-10 y proyectos cinco pisos o menos por encima de la base que no tengan un área construida por piso mayor a 600 m², ni un área construida total mayor de 3000 m², casos en los cuales el ingeniero geotecnista debe establecer los valores de los parámetros F_a y F_v por medio de otras metodologías debidamente sustentadas; en edificaciones cuya altura, grupo de uso, tamaño, o características especiales lo ameriten a juicio del ingeniero geotecnista, del diseñador estructural, o del propietario; cuando se considere que los efectos de sitio descritos a través de los requisitos de A.2.4 o de un estudio de microzonificación sísmica vigente no son representativos de la situación en el lugar.]

A.2.10.2 – Alcance y metodología

[Comentario: en esta sección se establece el alcance que el estudio particular de sitio debe cubrir, como mínimo, los cuales deben consignarse en un informe detallado en el cual se describan las labores realizadas, los resultados de estas labores y las fuentes de información provenientes de terceros.]

A.2.10.3 – Utilización de los resultados

[Comentario: los estudios sísmicos particulares de sitio hacen parte de los estudios geotécnicos que deben presentarse para la obtención de la licencia de construcción de la edificación.]

CAPÍTULO A.7 – INTERACCIÓN SUELO-ESTRUCTURA

A.7.1 – GENERAL

[Comentario: cuando el procedimiento de diseño sismo resistente requiere en el Capítulo A.3 del Reglamento NSR-10 que se evalúen los efectos de interacción suelo-estructura, esta evaluación debe llevarse a cabo siguiendo los requisitos de este capítulo de NSR-10.]

A.7.2 – INFORMACIÓN GEOTÉCNICA

A.7.2.1 – Exploración

[Comentario: aquí se describe el alcance mínimo de la exploración, interpretación y recomendaciones que debe contener el estudio geotécnico para poder evaluar y aplicar la interacción suelo-estructura.]

A.7.2.2 – Laboratorio

[Comentario: los procedimientos de laboratorio utilizados por el ingeniero geotecnista deben cuantificar, directa o indirectamente, las características del material bajo condiciones dinámicas y a los niveles de deformación esperados durante los movimientos sísmicos.]

A.7.2.3 – Interpretación

[Comentario: el ingeniero geotecnista debe combinar la información de campo y de laboratorio en un conjunto de recomendaciones que describan y sustenten las características que debe emplear el ingeniero estructural en los modelos matemáticos del fenómeno. Las recomendaciones deben fijar limitaciones y rangos de aplicabilidad, fáciles de identificar.]

A.7.2.4 – Revisión y evaluación de los resultados

[Comentario: el ingeniero geotecnista debe revisar y avalar los resultados obtenidos por el ingeniero estructural, en lo concerniente a las recomendaciones para interacción suelo-estructura del estudio geotécnico y a la validez de los resultados de interacción suelo-estructura obtenidos con base en sus propias recomendaciones.]

CAPÍTULO A.11 – INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA

A.11.1 – GENERAL

A.11.1.3 – Localización

A.11.1.3.1

[Comentario: en todas las edificaciones donde se coloquen instrumentos sísmicos, se debe realizar un estudio geotécnico cuyo alcance permita definir las propiedades dinámicas del suelo en el sitio.]

TÍTULO B – CARGAS

CAPÍTULO B.5 – EMPUJE DE TIERRA Y PRESIÓN HIDROSTÁTICA

B.5.1 – EMPUJE EN MUROS DE CONTENCIÓN DE SÓTANOS

[Comentario: en el diseño de los muros de contención de los sótanos y otras estructuras aproximadamente verticales localizadas bajo tierra, debe tenerse en cuenta el empuje lateral del suelo adyacente y las posibles cargas tanto vivas como muertas que puedan darse en la parte superior del suelo adyacente. El coeficiente de empuje de tierra debe ser elegido a juicio del ingeniero geotecnista y de acuerdo con las condiciones geométricas de la estructura y de los taludes adyacentes, cumpliendo los requisitos adicionales del Título H del Reglamento NSR-10.]

B.5.3 – SUELOS EXPANSIVOS

[Comentario: el ingeniero geotecnista debe identificar la existencia de suelos expansivos bajo la cimentación de la edificación. La cimentación, las losas y los otros elementos de la edificación, deben diseñarse para que sean capaces de tolerar los movimientos que se presentan, y resistir las presiones ascendentes causadas por la expansión del suelo, o bien los suelos expansivos deben retirarse o estabilizarse debajo y en los alrededores de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del ingeniero geotecnista, quien debe incluirlas en su estudio geotécnico.]

TÍTULO C – CONCRETO ESTRUCTURAL

CAPÍTULO C.15 – CIMENTACIONES

C.15.11 – PILOTES Y CAJONES DE CIMENTACIÓN

[Comentario: esta sección presenta los requisitos mínimos por razones estructurales de pilotes y cajones de cimentación de concreto, incluyendo pilotes hincados, pilotes vaciados in situ con camisa de acero, pilotes prebarrenados y cajones de cimentación excavados manual y mecánicamente. Las armaduras mínimas prescritas en la presente sección no cubren los efectos de impacto por hincado, ni las sollicitaciones derivadas de empujes laterales y efectos sísmicos sobre los pilotes y cajones de cimentación, los cuales deben ser definidos por el estudio geotécnico de acuerdo con lo establecido en el Título H.]

C.15.11.3 – Esfuerzos axiales máximos

[Comentario: esta sección establece los esfuerzos axiales máximos admisibles sobre el pilote, o sobre el fuste cuando se trate de pilotes acampanados en su base, para los siguientes casos: esfuerzos de compresión causados por las cargas gravitacionales (no incluye efectos de hincado), esfuerzos de compresión causados por las cargas gravitacionales más los efectos sísmicos y esfuerzos de tracción causados por los efectos sísmicos, cuando hay levantamiento, caso en el cual el pilote debe armarse en toda su longitud, a menos que el estudio geotécnico defina una longitud menor.]

C.15.11.4 – Esfuerzos de flexión

[Comentario: cuando el pilote pueda verse sometido a momentos flectores debidos a empujes laterales o a efectos sísmicos, la determinación de los momentos de diseño debe realizarse de acuerdo con las recomendaciones del estudio geotécnico tal como lo indica el Título H.]

C.15.11.5 – Cuantías mínimas y longitudes mínimas de armado

Tabla C.15.11-1 — Cuantías mínimas longitudinales y transversales en pilotes y cajones de cimentación vaciados en sitio

[Comentario: en la tabla C.15.11-1 se muestra la longitud del refuerzo longitudinal, a menos que el estudio geotécnico indique que se debe utilizar una longitud mayor.]

C.15.12 – MUROS Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

[Comentario: los empujes, presiones activas y pasivas del suelo, empujes inducidos por los movimientos sísmicos, y los demás parámetros requeridos para el dimensionamiento de las estructuras de contención deben ser definidos en el estudio geotécnico, de acuerdo con lo prescrito en el Título H.]

C.15.13 – VIGAS DE AMARRE DE LA CIMENTACIÓN

C.15.13.1 – Fuerzas de diseño

[Comentario: en el diseño de las vigas de amarre de cimentación, deben cumplirse los siguientes requisitos: los de A.3.6.4.2 con respecto a las fuerzas axiales que debe resistir la viga de amarre por efectos sísmicos, las recomendaciones que al respecto contenga el estudio geotécnico y las del Título H del Reglamento NSR-10.]

CAPÍTULO C.23 – TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE CONCRETO

C.23-C.15.14 — LOSAS SOBRE EL TERRENO EN ESTRUCTURAS AMBIENTALES

C.23-C.15.14.2.4

[Comentario: la compactación de la sub-base para las losas debe realizarse de acuerdo con las recomendaciones de un estudio geotécnico realizado bajo la dirección de un ingeniero geotecnista. La compactación debe llevar a una densidad de por lo menos el 95% de la máxima densidad obtenida en el laboratorio y determinada por medio de la norma ASTM D1557 o ASTM D698 siguiendo las recomendaciones del ingeniero geotecnista según el tipo de suelo. Los ensayos en el campo para comprobar la densidad obtenida en el terreno se deben realizar de acuerdo con la norma ASTM D1556.]

TÍTULO E – CASAS DE UNO Y DOS PISOS

CAPÍTULO E.2 – CIMENTACIONES

E.2.1 – GENERALIDADES

E.2.1.1 – Investigación mínima

[Comentario: esta sección establece que todos los casos se deben cumplir una serie de requisitos mínimos de exploración del suelo subyacente, pero sin necesidad de que haya un estudio geotécnico propiamente dicho ni participe un ingeniero geotecnista. Esta exploración mínima debe quedar descrita en los planos requeridos para la licencia de construcción suscritos por el profesional responsable de la licencia de construcción. En caso de que los resultados de la investigación mínima indiquen condiciones inadecuadas para la estabilidad del proyecto, según lo indicado en la sección E.2.1.2 del Reglamento NSR-10, deberá realizarse un estudio geotécnico que cumpla los requisitos del Título H.]

E.2.1.2 – Estudio geotécnico

[Comentario: debe realizarse un estudio geotécnico que cumpla los requisitos del Título H del reglamento en los siguientes casos: (a) suelos que presenten inestabilidad lateral, (b) suelos con pendientes superiores al 30%, (c) suelos con compresibilidad excesiva, (d) suelos con expansibilidad de intermedia a alta, (e) suelos que presenten colapsibilidad, (f) suelos en zonas que presenten procesos de remoción en masa, áreas de actividad minera activa, en recuperación o suspendida, erosión, cuerpos de aguas u otros que puedan afectar la estabilidad y funcionalidad de las casas.]

F.1.1 – ESPECIFICACIONES ESPECIALES

E.2.4.1 – Juntas

[Comentario: esta sección indica que la cimentación debe contener juntas a distancias no mayores de 30 m, a menos que un estudio geotécnico completo realizado de acuerdo con las especificaciones del Título H, resulte en distancias diferentes.]

CAPÍTULO E.7 – BAHAREQUE ENCEMENTADO

E.7.2 – ALCANCE

[Comentario: en este capítulo se dan los requisitos mínimos que se deben seguir en el diseño y construcción de viviendas de uno y dos pisos, realizadas en bahareque encementado, que pertenecen al grupo de uso I, tal como lo define A.2.5.1.4, y dentro de las limitaciones establecidas en A.1.3.11. Para programas de 5 o más viviendas que tengan más de 2000 m² de área en conjunto, en E.7.2.2 se exige la realización de un estudio geotécnico de acuerdo con el Título H de NSR-10.]

TÍTULO H – ESTUDIOS GEOTÉCNICO

CAPÍTULO H.1 – INTRODUCCIÓN

H.1.1 – REQUISITOS GENERALES

H.1.1.1 – Objetivo y alcance

[Comentario: el objetivo del Título H es establecer criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de edificaciones, basados en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes y la definición de espectros de diseño sísmo resistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables.]

H.1.1.1 – Obligatoriedad de los estudios geotécnicos

[Comentario: en esta sección se indica que los estudios geotécnicos definitivos son obligatorios para todas las edificaciones urbanas y suburbanas de cualquier grupo de uso, y para las edificaciones en terrenos no aptos para el uso urbano de los grupos de uso II, III y IV definidos en el Título A del Reglamento NSR-10.]

H.1.1.2.1 – Firma de los estudios

[Comentario: en esta sección se reafirma que quien firma los estudios geotécnicos debe ser un ingeniero civil facultado para este fin de acuerdo con la Ley 400 de 1997. Además, exige que todos los planos de diseño y construcción que guarden alguna relación con los estudios geotécnicos, deben llevar la aprobación del ingeniero director del estudio, lo cual se constata con su firma en el plano.]

H.1.1.2.2 – Cumplimiento y responsabilidad

[Comentario: el cumplimiento de estas Normas no exime al ingeniero responsable de la ejecución del estudio geotécnico de realizar todas las investigaciones y análisis necesarios para la identificación de las amenazas geotécnicas, la adecuada caracterización del subsuelo, y los análisis de estabilidad de la edificación, construcciones vecinas e infraestructura existente.]

CAPÍTULO H.2 – DEFINICIONES

H.2.1 – ESTUDIO GEOTÉCNICO

H.2.1.1 – Definición

[Comentario: lo define conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas.]

H.2.1.1.1 – Investigación del subsuelo

[Comentario: comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, trincheras, perforación y sondeo y otros) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo.]

H.2.1.1.2 – Análisis y recomendaciones

[Comentario: Consiste en la interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para suministrar los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de los sistemas de cimentación y contención y de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos.]

H.2.2 – TIPOS DE ESTUDIOS

H.2.2.1 – Estudio geotécnico preliminar

[Comentario: este estudio no es obligatorio. En proyectos de alguna importancia o complejidad puede ser conveniente realizarlo.]

H.2.2.2 – Estudio geotécnico definitivo

[Comentario: su presentación es obligatoria ya que en este se definen el tipo de suelo, el diseño y las recomendaciones de la cimentación y del proceso constructivo.]

H.2.2.2.1 – Contenido

[Comentario: El estudio geotécnico definitivo debe contener, como mínimo: (a) Información del proyecto, incluyendo la arquitectura; (b) los datos suministrados por el diseñador estructural, (c) descripción del subsuelo, (d) descripción de cada unidad geológica o de suelo, (e) análisis geotécnicos, (f) recomendaciones de diseño, (g) recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos, (h) recomendaciones para construcción, y (i) Anexos.]

H.2.2.3 – Asesoría geotécnica en las etapas de diseño y construcción

[Comentario: esta es una parte integrante de todo estudio geotécnico. En esta sección se describe en detalle las labores a realizar por parte del ingeniero geotecnista incluyendo la aprobación del procedimiento de excavación o de relleno, si es del caso, y la aprobación de los estratos portantes.]

H.2.2.4 – Estudio de estabilidad de laderas y taludes

[Comentario: debe incluirse en todo estudio geotécnico y debe considerarse la pendiente del terreno local y regionalmente.]

H.2.3 – AGUA SUBTERRÁNEA

[Comentario: el estudio geotécnico debe determinar la existencia de agua libre, flujos potenciales de agua subterránea y la presencia de paleo cauces. El nivel freático debe estar identificado en los sondeos de la exploración realizada y su ausencia debe estar explicada.]

H.2.4 – FACTORES DE SEGURIDAD

[Comentario: en esta sección se definen los factores de seguridad que debe utilizar el ingeniero geotecnista en diferentes situaciones y para definir las recomendaciones para el diseño estructural de la cimentación.]

H.2.5 – SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS

[Comentario: en esta sección se definen la clasificación de estos tipos de suelo.]

CAPÍTULO H.3 – CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUBSUELO

H.3.1 – UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN

[Comentario: en esta sección se define el término y se indica cómo se limita la unidad de construcción.]

H.3.1.1 – Clasificación de las unidades de construcción por categorías

[Comentario: esta sección, por medio de la Tabla H.3.1-1 se dividen las categorías de las unidades de construcción en Baja, Media, Alta y Especial, y se definen el número de niveles y la carga axial máxima de servicio para clasificar la categoría.]

H.3.2 – INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO PARA ESTUDIOS DEFINITIVOS

[Comentario: en esta sección se definen el alcance de la exploración del subsuelo a ejecutar en el lugar del proyecto, y se definen las características de esta exploración como se indica en el título de las siguientes secciones.]

H.3.2.1 – Información previa

H.3.2.2 – Exploración de campo

H.3.2.3 – Número mínimo de sondeos

H.3.2.4 – Características y distribución de los sondeos

H.3.2.5 – Profundidad de los sondeos

H.3.2.6 – Número mínimo de sondeos

[Comentario: esta sección a pesar de tener el mismo título que H.3.2.3, se refiere al número total de sondeos del proyecto.]

H.3.3 – ENSAYOS DE LABORATORIO

[Comentario: en esta sección se definen el alcance del trabajo de laboratorio a realizar sobre muestras extraídas durante la exploración del subsuelo y se definen las características de este trabajo de laboratorio como se indica en el título de las siguientes secciones.]

H.3.3.1 – Selección de muestras

H.3.3.2 – Tipo y número de ensayos

H.3.3.3 – Propiedades básicas

H.3.3.3.1 – Propiedades básicas de los suelos

H.3.3.3.2 – Propiedades básicas de las rocas

H.3.3.4 – Caracterización geomecánica detallada

H.3.3.5 – Ejecución de ensayos de campo

CAPÍTULO H.4 – CIMENTACIONES

H.4.1 – GENERALIDADES

[Comentario: en esta sección se indica que toda edificación debe soportarse sobre el terreno en forma adecuada para sus fines de diseño, construcción y funcionamiento. En ningún caso puede apoyarse sobre la capa vegetal, rellenos sueltos, materiales degradables o inestables, susceptibles de erosión, socavación, licuación o arrastre por aguas subterráneas. La cimentación se debe colocar sobre materiales que presenten propiedades mecánicas adecuadas en términos de resistencia y rigidez, o sobre rellenos artificiales, que no incluyan materiales degradables, debidamente compactados. En el diseño geotécnico y estructural de toda cimentación se deben considerar tanto los estados límite de falla, del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación, como los estados límites de servicio. En el diseño se tendrá en cuenta la interacción entre los diferentes elementos de la cimentación de la estructura y de las edificaciones vecinas, como analizar si hay superposición de bulbos de carga, los efectos de los sótanos, las excentricidades de los centros de gravedad y de cargas que en conjunto se ocasionan. Los parámetros de diseño geotécnico deben justificarse y documentarse plenamente, con base en resultados provenientes de ensayos de campo y laboratorio. En las siguientes secciones de este capítulo se presenta el alcance del diseño geotécnico de los diferentes tipos de cimentación y otros aspectos que deben tenerse en cuenta en el diseño estructural de la cimentación.]

H.4.2 – CIMENTACIONES SUPERFICIALES - ZAPATAS Y LOSAS

H.4.2.1 – Estados límites de falla

H.4.2.2 – Estados límites de servicio

H.4.2.3 – Capacidad admisible

H.4.3 – CIMENTACIONES COMPENSADAS

H.4.3.1 – Estados límites de falla

H.4.3.2 – Estados límites de servicio

H.4.3.3 – Capacidad admisible

H.4.4 – CIMENTACIONES CON PILOTES

H.4.4.1 – Estados límites de falla

H.4.4.2 – Estados límites de servicio

H.4.4.3 – Uso de pilotes de fricción para control de asentamientos

H.4.5 – CIMENTACIONES EN ROCA

H.4.5.1 – Estados límites de falla

H.4.5.2 – Estados límites de servicio

H.4.6 – PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

H.4.7 – FACTORES DE SEGURIDAD INDIRECTOS

H.4.7.1 – Capacidad portante de cimientos superficiales y capacidad portante de punta de cimentaciones profundas

H.4.7.2 – Capacidad portante por fricción de cimentaciones profundas

H.4.7.3 – Capacidad portante por pruebas de carga y factores de seguridad

H.4.8 – ASENTAMIENTOS

H.4.8.1 – Asentamientos inmediatos

H.4.8.2 – Asentamientos por consolidación

H.4.8.3 – Asentamientos secundarios

H.4.8.4 – Asentamientos totales

H.4.8.4 – Asentamientos en macizos rocosos

H.4.9 – EFECTOS DE LOS ASENTAMIENTOS

[Comentario: en esta sección se indica que los asentamientos totales los debe estimar el ingeniero geotecnista a un plazo de 20 años. Los asentamientos diferenciales calculados por el ingeniero geotecnista no pueden exceder los valores dados en la Tabla H.4.9-1.]

H.4.9.1 – Clasificación

H.4.9.2 – Límites de asentamientos totales

H.4.9.3 – Límites de asentamientos diferenciales

H.4.9.4 – Límites de giro

H.4.10 – DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN

[Comentario: en esta sección se incluyen criterios especiales para el diseño estructural de la cimentación, los cuales deben ser tenidos en cuenta por parte del diseñador estructural.]

CAPÍTULO H.5 – EXCAVACIONES Y ESTABILIDAD DE TALUDES

H.5.1 – EXCAVACIONES

H.5.1.1 – Generalidades

[Comentario: en esta sección se indica que las excavaciones deben ser evaluadas por el ingeniero geotecnista dentro del alcance del estudio geotécnico para los estados límites de falla y de servicio y se dan otras exigencias a tener en cuenta en las excavaciones, las cuales se dan en las siguientes secciones.]

H.5.1.2 – Estados límites de falla

H.5.1.2.1 – Estabilidad de taludes de excavación para edificaciones

H.5.1.2.2 – Falla de fondo

H.5.1.2.3 – Estabilidad de estructuras vecinas

H.5.1.3 – Estados límite de servicio

H.5.1.3.1 – Expansiones instantáneas y diferidas por descargas

H.5.1.3.2 – Asentamiento del terreno natural adyacente a las excavaciones

H.5.2 – ESTABILIDAD DE TALUDES EN LADERAS NATURALES O INTERVENIDAS

[Comentario: sin detrimento de lo que establezca la normatividad local que aplique, en edificaciones cuya implantación se proyecte realizar total o parcialmente sobre una ladera, o que se encuentren al borde o al pie de una de ellas, el ingeniero geotecnista junto con la asesoría de un geólogo o ingeniero

geólogo, debe realizar un análisis de estabilidad de los taludes que representen una amenaza para la edificación y diseñar las obras y medidas necesarias para lograr un nivel de estabilidad aceptable, de acuerdo a lo establecido en esta sección.]

H.5.2.1 – Reconocimiento

H.5.2.2 – Consideraciones generales

H.5.2.3 – Secciones de análisis

H.5.2.4 – Presiones de poros

H.5.2.5 – Sismo de diseño

H.5.2.6 – Metodología

H.5.2.7 – Factores de seguridad

CAPÍTULO H.6 – ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

[Comentario: en este capítulo se presentan los parámetros de diseño geotécnico de estas estructuras y se dan recomendaciones correspondientes para el diseñador estructural en su diseño y elaboración de planos de estas estructuras.]

H.6.1 – GENERALIDADES

H.6.2 – ESTADOS LÍMITE

H.6.2.1 – Estados límite de falla

H.6.2.2 – Estados límite de servicio

H.6.3 – CONSIDERACIONES DE DISEÑO

H.6.4 – PRESIÓN DE TIERRAS

H.6.4.1 – Coeficiente de presión lateral de tierras

H.6.4.2 – Empuje lateral de tierras

H.6.4.3 – Estado en reposo

H.6.4.3.1 – Suelo normalmente consolidado

H.6.4.3.2 – Suelo preconsolidado

H.6.4.3.3 – Terreno inclinado

H.6.4.4 – Estado activo

H.6.4.5 – Estado pasivo

H.6.4.6 – Muros atirantados o apuntalados

H.6.4.6.1 – Consideración del agua

H.6.4.7 – Otros métodos

H.6.4.8 – Estado de cálculo

H.6.5 – EMPUJES DEBIDO AL AGUA

H.6.6 – EMPUJES POR CARGAS EXTERNAS

H.6.7 – CAPACIDAD ANTE FALLA

H.6.8 – EMPUJES SÍSMICOS

H.6.9 – FACTORES DE SEGURIDAD INDIRECTOS

CAPÍTULO H.7 – EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE EFECTOS SÍSMICOS

[Comentario: en este capítulo se tratan aspectos geotécnicos relacionados con la ocurrencia de un sismo fuerte. Se trata el tema de la amplificación de onda y la clasificación de los tipos de perfil de suelo que se requiere definir por parte del ingeniero geotecnista en el Capítulo A.2. Se trata el efecto de licuación el cual se presenta en suelos arenosos relativamente sueltos, con el nivel freático cerca de la superficie, como ocurre cerca a la costa del mar y en las riveras de ríos, lagos y otros cuerpos de agua.]

H.7.1 – ASPECTOS BÁSICOS

H.7.1.1 – Efectos de la litología y tipos de suelos

H.7.1.2 – Efecto del tipo de sollicitación

H.7.1.3 – Efecto de topografía y del tipo de ondas de respuesta

H.7.2 – ANÁLISIS DE RESPUESTA DINÁMICA

H.7.3 – ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

H.7.4 – LA LICUACIÓN Y LOS FENÓMENOS RELACIONADOS

H.7.4.1 – Licuación de flujo

H.7.4.2 – Movilidad cíclica

H.7.4.3 – Volcanes de arena

H.7.4.4 – Susceptibilidad a la licuación

H.7.4.5 – Métodos de evaluación del potencial de licuación

H.7.4.6 – Métodos de mejoramiento de los depósitos de suelo susceptibles a la licuación

CAPÍTULO H.8 – SISTEMA CONSTRUCTIVO DE CIMENTACIONES, EXCAVACIONES Y MUROS DE CONTENCIÓN

[Comentario: en este capítulo se tratan aspectos constructivos de las cimentaciones y las obras de contención que el ingeniero geotecnista debe incluir en su estudio geotécnico.]

H.8.1 – SISTEMA GEOTÉCNICO CONSTRUCTIVOS

H.8.2 – EXCAVACIONES

H.8.2.1 – Consideraciones especiales

H.8.2.2 – Control del flujo de agua

H.8.2.3 – Tablestacas y muros fundidos en sitio

H.8.2.4 – Secuencia de excavación

H.8.2.5 – Protección de taludes permanentes

H.8.2.5 – Plan de contingencia para excavaciones

H.8.3 – ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN

H.8.4 – PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS PARA CIMENTACIONES

H.8.4.1 – Cimentaciones superficiales

H.8.4.2 – Cimentaciones con pilotes o pilas

H.8.4.2.1 – Pilas o pilotes fundidos en el sitio

H.8.4.2.2 – Pilotes hincados

H.8.4.2.3 – Pruebas de carga en pilotes o pila

H.8.4.3 – Cimentaciones combinadas

H.8.4.4 – Cimentaciones especiales

CAPÍTULO H.9 – CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES

[Comentario: en este capítulo se tratan aspectos geotécnicos especiales que afectan las edificaciones y como tratarlos, incluyendo las medidas que debe tener en cuenta el ingeniero estructural en algunos casos. Dentro de ellos se incluyen en este capítulo: suelos expansivos, suelos dispersivos o erodables, suelos colapsables y el efecto de la vegetación circundante.]

H.9.1 – SUELOS EXPANSIVOS

H.9.1.1 – Generalidades

H.9.1.2 – Profundidad de la zona activa

H.9.1.2.1 – Caso con el nivel freático

H.9.1.3 – Identificación de los suelos expansivos

H.9.1.4 – Humedad de equilibrio

H.9.1.5 – Modelos geotécnicos

H.9.1.6 – Medidas preventivas

H.9.1.7 – Alteración del suelo expansivo

H.9.1.8 – Elusión de los suelos expansivos

H.9.1.9 – Mitigación de tipo estructural

H.9.2 – SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES

H.9.2.1 – Generalidades

H.9.2.2 – Tipos de suelos erodables

H.9.2.3 – Características de su comportamiento

H.9.2.4 – Medidas preventivas

H.9.2.5 – Precaución

H.9.3 – SUELOS COLAPSABLES

- H.9.3.1 – Generalidades
- H.9.3.2 – Tipos de suelos colapsables
- H.9.3.3 – Identificación de colapsabilidad
- H.9.3.4 – Clasificación de grado de colapsabilidad
- H.9.3.5 – Cálculo de asentamientos por colapsabilidad
- H.9.3.6 – Medidas preventivas
- H.9.4 – EFECTOS DE LA VEGETACIÓN
 - H.9.4.1 – Definición del problema
 - H.9.4.2 – Definición de succión
 - H.9.4.3 – Equilibrio dinámico
 - H.9.4.4 – Características de la vegetación
 - H.9.4.4.1 – Sistema radicular
 - H.9.4.4.2 – Profundidad de las raíces
 - H.9.4.4.3 – Extensión del sistema radicular
 - H.9.4.4.4 – Requerimientos de agua
 - H.9.4.4.5 – Factores de marchitamiento
 - H.9.4.5 – Relación con los suelos
 - H.9.4.5.1 – Humedad de equilibrio
 - H.9.4.5.2 – Tipo de suelos
 - H.9.4.5.3 – Límites de consistencia
 - H.9.4.5.4 – Movimiento de los suelos
 - H.9.4.5.4.1 – Límites prácticos
 - H.9.4.6 – Relación con las edificaciones
 - H.9.4.6.1 – Acción de la vegetación
 - H.9.4.6.2 – Medidas preventivas
 - H.9.4.7 – Relación de la vegetación con las laderas

3.4.2.2. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones nuevas ampliado por la Comisión de sismo resistencia

De acuerdo con el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, tiene la potestad de ampliar detalladamente el alcance y procedimiento de ejecución de los siguientes aspectos de fundamental importancia en el estudio geotécnico de edificaciones nuevas. A continuación, las exigencias de documentación de la bondad en el alcance del estudio geotécnico de los siguientes aspectos de carácter obligatorio por parte del ingeniero geotecnista:

(a) Supervisión técnica independiente exigida por el ingeniero geotecnista

De acuerdo con lo requerido por la Ley 400 de 1997 en su artículo 18, modificado por el artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, cuando la supervisión técnica independiente no sea obligatoria, el ingeniero geotecnista podrá exigir la supervisión técnica a las edificaciones cuya complejidad, procedimientos constructivos especiales o materiales empleados la hagan necesaria, consignando este requisito de la manera prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones y mediante memorial que se anexará al estudio geotécnico.

3.4.2.3. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones existentes contenido directamente en el Reglamento NSR-10

El alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones existentes contenido directamente en el Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017), se encuentra en las siguientes secciones:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en el Reglamento NSR-10. Los comentarios explicativos que se incluyen los hace la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.)

TÍTULO A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

CAPÍTULO A.1 – INTRODUCCIÓN

A.1.3 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.2 – Estudios geotécnicos

[Comentario: aquí se indica que el estudio geotécnico debe ser realizado por un ingeniero civil facultado para este fin de acuerdo con la Ley 400 de 1997. La estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga resistencia y rigidez adecuadas ante las cargas mínimas de diseño prescritas por el Reglamento y debe, además, verificarse que dispone de rigidez adecuada para limitar la deformabilidad ante las fuerzas sísmicas (deriva) y ante las cargas de servicio, de tal manera que no se vea afectado el funcionamiento de la edificación.]

TÍTULO H – ESTUDIOS GEOTÉCNICO

CAPÍTULO H.10 – REHABILITACIÓN SÍSMICA DE EDIFICIOS, AMENAZAS DE ORIGEN SISMO GEOTÉCNICO Y REFORZAMIENTO DE CIMENTACIONES

[Comentario: en este capítulo se tratan aspectos geotécnicos especiales que afectan las edificaciones y como tratarlos, incluyendo las medidas que debe tener en cuenta el ingeniero estructural en algunos casos. Dentro de ellos se incluyen en este capítulo: suelos expansivos, suelos dispersivos o erodables, suelos colapsables y el efecto de la vegetación circundante.]

H.10.1 – ALCANCE

H.10.2 – CARACTERIZACIÓN DEL SITIO

H.10.2.1 – Información del suelo de cimentación

H.10.2.1.1 – Condiciones del sitio de cimentación

H.10.2.1.2 – Condiciones de cimentaciones próximas

H.10.2.1.3 – Cargas de diseño de los cimientos

H.10.2.1.4 – Características carga-deformación bajo carga sísmica

H.10.2.2 – Amenazas sísmicas del sitio

H.10.2.2.1 – Ruptura de una falla

H.10.2.2.2 – Licuación

H.10.2.2.3 – Compactación diferencial

H.10.2.2.4 – Deslizamientos

H.10.2.2.5 – Avalancha o inundación

H.10.3 – MITIGACIÓN DE LAS AMENAZAS SÍSMICAS DEL SITIO

H.10.3.1 – Mitigación para ruptura de falla activa

H.10.3.2 – Licuación

H.10.3.3 – Mitigación para compactación diferencial

H.10.3.4 – Deslizamientos

H.10.3.5 – Avalancha o inundación

H.10.4 – REFORZAMIENTO Y RIGIDEZ DE LA CIMENTACIÓN

H.10.4.1 – Capacidades últimas y capacidades de carga

H.10.4.2 – Características carga-deformación para cimentaciones

H.10.4.3 – Criterio de aceptabilidad de la cimentación

H.10.4.3.1 – Procedimiento lineal

H.10.4.3.2 – Procedimiento no lineal

H.10.5 – REHABILITACIÓN DE SUELOS Y CIMIENTOS

H.10.5.1 – Mejoramiento del suelo

H.10.5.2 – Cimientos superficiales (zapatas y losas)

3.4.2.4. Alcance de los estudios geotécnicos de edificaciones existentes ampliado por la Comisión de sismo resistencia

De acuerdo con el Artículo 42 de la Ley 400 de 1997, la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, tiene la potestad de ampliar detalladamente el alcance y procedimiento de ejecución de los siguientes aspectos de fundamental importancia en el estudio geotécnico de la rehabilitación de edificaciones existentes. A continuación, las exigencias de documentación de la bondad en el alcance del estudio geotécnico de los siguientes aspectos de carácter obligatorio por parte del ingeniero geotecnista:

(a) Supervisión técnica independiente exigida por el ingeniero geotecnista

De acuerdo con lo requerido por la Ley 400 de 1997 en su artículo 18, modificado por el artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, cuando la supervisión técnica independiente no sea obligatoria, el ingeniero geotecnista podrá exigir la supervisión técnica a las edificaciones cuya complejidad, procedimientos constructivos especiales o materiales empleados la hagan necesaria, consignando este requisito de la manera prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones y mediante memorial que se anexará al estudio geotécnico.

3.4.3. Entregas

Como resultado del alcance de los trabajos descritos, el diseñador geotécnico debe entregar al contratante lo siguiente:

Estudio geotécnico preliminar — Un reporte de los trabajos realizados incluyendo conclusiones sobre el potencial de desarrollo del terreno desde el punto de vista geotécnico. Este estudio no es de obligatoria presentación para la obtención de la licencia de construcción y solo se entrega cuando el propietario lo solicita.

Estudio geotécnico definitivo — Debe cubrir el alcance presentado en 3.4.2.1 y 3.4.2.2 para edificaciones nuevas y en 3.4.2.3 y 3.4.2.4 para edificaciones existentes. Se debe entregar lo siguiente:

1. Descripción general del proyecto sobre el cual se realiza el estudio.
2. Reporte de la exploración geotécnica realizada.
3. Reporte de los ensayos de laboratorio realizados.
4. Memoria de diseños geotécnicos y justificación de los criterios adoptados.
5. Recomendaciones para el diseño estructural de la cimentación.
6. Recomendaciones de construcción.

Estudios sísmico particular de sitio — Se debe entregar lo siguiente:

1. Descripción del proyecto sobre el cual se realiza el estudio
2. Reporte de la exploración geotécnica realizada.
3. Reporte de los ensayos de laboratorio realizados.
4. Memorias de los análisis realizados.
5. Recomendaciones respecto a los movimientos sísmicos de diseño en el lugar.

3.4.4. Categoría de la unidad de construcción

En H.3.1 del Reglamento NSR-10 se define la unidad de construcción y con base en ella en H.3.1.1 se clasifican las unidades de construcción por categorías. El número mínimo de sondeos y su profundidad dependen de la categoría de la unidad de construcción y se definen en H.3.2. En H.3.3 se definen los ensayos de laboratorio a realizar en las muestras extraídas en los sondeos.

3.4.5. Formulación del costo

El costo de un *estudio geotécnico definitivo* es función del costo de la exploración incluyendo el trabajo de laboratorio y del costo de los trabajos de ingeniería a realizar. La determinación de los costos de la exploración, del trabajo de laboratorio, y de los trabajos de ingeniería se sale del alcance del presente documento. El número mínimo de sondeos y su profundidad está definido en el Capítulo H.3 del Reglamento NSR-10.

3.5. DISEÑO SÍSMICO DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

3.5.1. Propósito y objeto

El propósito del diseño sísmico de elementos no estructurales dentro de la normativa sismo resistente colombiana está planteado en la sección A.9.1 del Reglamento NSR-10, la cual se transcribe a continuación:

TÍTULO A — REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

CAPÍTULO A.9 — ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

A.9.1 — GENERAL

A.9.1.1 — PROPÓSITO — Los requisitos del presente Capítulo tienen como objetivo establecer los criterios de diseño de elementos que no hacen parte de la estructura de la construcción, con el fin de que se cumpla el propósito del Reglamento.

A.9.1.2 — ALCANCE — El presente Capítulo cubre las provisiones sísmicas que deben tenerse en el diseño de los elementos no estructurales y de sus anclajes a la estructura, con la excepción de lo indicado en A.9.1.3. Dentro de los elementos no estructurales que deben ser diseñados sísmicamente se incluyen:

- (a) Elementos arquitectónicos,
- (b) Instalaciones hidráulicas y sanitarias, incluidos los sistemas hidráulicos de extinción de incendios.
- (c) Instalaciones eléctricas, incluidos los sistemas de detección y alarma de incendios,
- (d) Instalaciones de gas,
- (e) Equipos mecánicos,

(f) Estanterías e

(g) Instalaciones especiales.

A.9.1.3 — EXENCIONES — Están exentas de los requisitos del presente Capítulo todas las edificaciones pertenecientes a los grupos de uso I y II localizadas en zonas de amenaza sísmica baja.

Para efecto de interpretar y cumplir adecuadamente los requisitos de diseño sísmico de elementos no estructurales son importantes las siguientes definiciones contenidas en el Capítulo A.13 del Reglamento NSR-10, el cual se transcribe en el Apéndice II de la presente Resolución: acabados, apéndice, carga muerta, cerramiento, construcción sismo resistente, constructor, desempeño de los elementos no estructurales (grados de desempeño superior, bueno y mínimo), diseñador arquitectónico, diseñador de los elementos no estructurales, diseñador estructural, edificación de atención a la comunidad, edificaciones indispensables, elementos decorativos, elementos no estructurales, estructura, grupo de uso, muro divisorio o partición, propietario, revisor independiente de los diseños de elementos no estructurales, sismo, temblor o terremoto, sismo de diseño, sismo de umbral de daño, solicitudes y umbral de daño.

3.5.2. Alcance de los trabajos de diseño sísmico de elementos no estructurales contenido directamente en el Reglamento NSR-10

El alcance del diseño sísmico de elementos no estructurales contenido directamente en el Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017), se encuentra en las siguientes secciones:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en el Reglamento NSR-10. Los comentarios explicativos que se incluyen los hace la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.)

TÍTULO A – REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

CAPÍTULO A.1 – INTRODUCCIÓN

A.1.3 – PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.6 — Diseño sísmico de los elementos no estructurales — El diseño sísmico de los elementos no estructurales debe realizarse de acuerdo con los siguientes requisitos:

A.1.3.6.1 — Se debe cumplir el grado de desempeño superior, bueno o bajo que define el Capítulo A.9 según el grupo de uso al cual pertenezca la edificación.

A.1.3.6.2 — El diseño sísmico de los elementos no estructurales debe ser llevado a cabo por profesionales facultados para este fin de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.9, considerando para el efecto los parámetros de diseño sísmico aportados por el diseñador estructural.

A.1.3.6.3 — Dentro de la clasificación de elementos no estructurales se incluyen sistemas como las estanterías, cuyo tratamiento deberá ser como el de sistemas estructurales, los cuales pueden hacer parte de la estructura de la edificación, o ser un sistema estructural independiente de la estructura de la edificación donde se alojan. El diseño de este tipo de sistemas debe ser llevado a cabo por ingenieros estructurales o ingenieros mecánicos para el caso de estanterías metálicas, siguiendo requisitos de diseño sismo resistente

acordes con las condiciones de carga específicas de cada aplicación, de acuerdo con el Capítulo A.9.

A.1.3.6.4 — Se permite el uso de elementos diseñados e instalados por su fabricante, o cuya instalación se hace siguiendo sus instrucciones, cumpliendo lo indicado en A.1.5.1.2.

A.1.3.6.5 — El constructor quien suscribe la licencia de construcción debe:

(a) Recopilar los diseños de los diferentes elementos no estructurales y las características y documentación de aquellos que se acojan a lo permitido en A.1.5.1.2, para presentarlos en una sola memoria ante la Curaduría u oficina o dependencia encargada de estudiar, tramitar, y expedir las licencias de construcción.

(b) Los diferentes diseños de los elementos no estructurales deben ser firmados por el Constructor que suscribe la licencia, indicando así que se hace responsable que los elementos no estructurales se construyan de acuerdo con lo diseñado, cumpliendo con el grado de desempeño especificado.

A.1.5 — DISEÑOS, PLANOS, MEMORIAS Y ESTUDIOS

A.1.5.2 — Planos — Los planos arquitectónicos, estructurales y de elementos no estructurales, que se presenten para la obtención de la licencia de construcción deben ser iguales a los utilizados en la construcción de la obra, y por lo menos una copia debe permanecer en archivo de la Curaduría, departamento administrativo o dependencia distrital o municipal encargada de expedir las licencias de construcción. La Curaduría Urbana o la dependencia municipal o distrital encargada de expedir las licencias de construcción, podrá solicitar una copia en medio magnético del proyecto estructural (planos y memorias), en los formatos digitales que ésta defina. En los proyectos que requieran supervisión técnica independiente, de acuerdo con el presente Reglamento, se deberá cumplir adicionalmente con lo especificado en el Título I en relación con los planos finales de obra (planos récord).

A.1.5.2.2 — Planos arquitectónicos y de elementos no estructurales arquitectónicos — Los planos arquitectónicos deben ir firmados por un arquitecto facultado para ese fin y quien obra como diseñador arquitectónico responsable. El proyecto y planos arquitectónicos deben cumplir con el alcance del diseño arquitectónico definido en A.1.3.3. Para efectos del presente Reglamento deben contener el grado de desempeño sísmico de los elementos no estructurales arquitectónicos, tal como los define el Capítulo A.9, por medio de notas apropiadas colocadas en el plano correspondiente. Los planos de elementos no estructurales, deben contener todos los detalles y especificaciones, compatibles con este grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse apropiadamente. El diseñador de los elementos no estructurales, cuando el diseño sísmico de los elementos no estructurales se realice por un profesional diferente del arquitecto, debe firmar los planos arquitectónicos generales, además de los planos de los diseños particulares. Véase A.1.3.6 y el literal (h) de A.6.5.2.3 sobre separación sísmica de edificaciones adyacentes.

A.1.5.2.3 — Planos hidráulicos y sanitarios, eléctricos, mecánicos y de instalaciones especiales — Los planos de instalaciones hidráulicas y sanitarias, eléctricas, mecánicas y de instalaciones especiales, deben ir firmados por profesionales facultados para escribir. Para efectos del presente Reglamento NSR-10 cada uno de estos planos debe contener una nota claramente visible donde se indique el grado de desempeño de los elementos no estructurales diferentes de los arquitectónicos, tal como los define el Capítulo A.9 y la referencia al plano donde se incluyan todos los detalles y especificaciones, compatibles con este grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse apropiadamente. Véase A.1.3.6.5.

A.1.5.3 — Memorias — Los planos deben ir acompañados por memorias de diseño y cálculo en las cuales se describan los procedimientos por medio de los cuales se realizaron los diseños.

A.1.5.3.2 — Memorias de otros diseños — Las justificaciones para el grado de desempeño de los elementos no estructurales deben consignarse en una memoria. Esta memoria debe ser elaborada por el profesional responsable de los diseños, ya sea el arquitecto o el diseñador de los elementos no estructurales, y los diseñadores hidráulicos, eléctricos, mecánicos o de instalaciones especiales. Véase A.1.3.6. Igualmente debe contarse con una memoria de las especificaciones sobre materiales, elementos estructurales, medios de ingreso y egreso y sistemas de detección y extinción de incendios relacionadas con la seguridad a la vida, de acuerdo con los Títulos J y K de este Reglamento.

CAPÍTULO A.3 — REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

A.3.1 — BASES GENERALES DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

A.3.1.2 — Características de la estructuración

[Comentario: aquí se indica que los efectos sísmicos sobre los elementos no estructurales deben evaluarse siguiendo los requisitos del Capítulo A.9.]

CAPÍTULO A.6 — REQUISITOS DE LA DERIVA

A.6.1 — GENERAL

A.6.1.3 — Necesidad de controlar la deriva

[Comentario: aquí se indica que la deriva está asociada con los siguientes efectos durante un temblor, incluyendo: la deformación inelástica de los elementos estructurales y no estructurales; la estabilidad global de la estructura, daño a los elementos estructurales que no hacen parte del sistema de resistencia sísmica y a los elementos no estructurales, tales como muros divisorios, particiones, enchapes, acabados, instalaciones eléctricas, mecánicas, etc.; y alarma y pánico entre las personas que ocupen la edificación.]

CAPÍTULO A.9 — ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

A.9.1 — GENERAL

[Comentario: esta sección se transcribió en su totalidad en 3.5.1 Propósito y objeto, de la presente Resolución, respecto al diseño sísmico de elementos no estructurales.]

A.9.2 — GRADO DE DESEMPEÑO DE LOS ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

[Comentario: la sección A.9.2 contiene los requisitos fundamentales del diseño sísmico de elementos no estructurales del Reglamento NSR-10. Contiene las secciones cuyos títulos se enumera a continuación.]

A.9.2.1 — Definición de desempeño

[Comentario: se denomina desempeño el comportamiento de los elementos no estructurales de la edificación ante la ocurrencia del sismo de diseño que la afecta. El desempeño se clasifica en los siguientes grados.]

(a) Superior — Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación debido a la ocurrencia del sismo de diseño.

(b) Bueno — Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es totalmente reparable y puede haber alguna interferencia con la operación de la edificación con posterioridad a la ocurrencia del sismo de diseño.

(c) Bajo — Es aquel en el cual se presentan daños graves en los elementos no estructurales, inclusive no reparables, pero sin desprendimiento o colapso, debido a la ocurrencia del sismo de diseño.

A.9.2.2 — Clasificación en uno de los grados de desempeño

[Comentario: la edificación debe clasificarse dentro de uno de los tres grados de desempeño de los elementos no estructurales definidos en A.9.2.1. Este grado de desempeño no puede ser inferior al mínimo permisible fijado en A.9.2.3. El propietario de la edificación, de manera voluntaria, puede exigir que los diseños se realicen para un grado de desempeño mejor que el mínimo exigido, comunicándolo por escrito a los diseñadores. En ausencia de esta comunicación, los diseñadores solo están obligados a cumplir con el grado mínimo permisible fijado en A.9.2.3.]

A.9.2.3 — Grado de desempeño mínimo

[Comentario: el grado de desempeño mínimo está dado en la Tabla A.9.2-1 de esta sección y exige: desempeño Superior para edificaciones en los grupos de uso III y IV, desempeño Bueno para edificaciones del grupo de uso II y desempeño Bajo para las del grupo de uso I.]

A.9.3 – RESPONSABILIDADES

A.9.3.1 — Del diseñador responsable

[Comentario: la responsabilidad del diseño sísmico de los elementos no estructurales recae en los profesionales bajo cuya dirección se elaboran los diferentes diseños particulares. El hecho de que un elemento no estructural figure en un plano o memoria de diseño, es porque se han tomado todas las precauciones para cumplir el grado de desempeño apropiado. El constructor quien suscribe la licencia de construcción debe cumplir lo indicado en A.1.3.6.5 y es el responsable final de que los diseños de los elementos no estructurales se hayan realizado adecuadamente y que su construcción se realice apropiadamente. Para elementos no estructurales cuyo suministro e instalación se realiza por parte de su fabricante, el constructor que suscribe la licencia de construcción debe cumplir lo indicado en A.1.3.6.5.]

A.9.3.2 — Del Supervisor Técnico Independiente

[Comentario: el supervisor técnico independiente debe verificar que la construcción e instalación de los elementos no estructurales se realice siguiendo los planos y especificaciones correspondientes.]

A.9.3.3 — Coordinación entre diseños de elementos que hacen parte de diferentes sistemas

[Comentario: la responsabilidad de la coordinación entre los diferentes diseños recae en el profesional que figura como diseñador arquitectónico en la solicitud de licencia de construcción.]

A.9.4 – CRITERIO DE DISEÑO

A.9.4.1 — General

[Comentario: esta sección discute las estrategias de diseño de elementos no estructurales consistentes en (a) separarlos de la estructura, o bien (b) disponer elementos que admitan las deformaciones de la estructura.]

A.9.4.2 — Fuerzas sísmicas de diseño

[Comentario: esta sección presenta la forma de calcular las fuerzas sísmicas de diseño se los elementos no estructurales.]

A.9.4.3 — Capacidad de deformación

[Comentario: debe tenerse en cuenta en el diseño que el elemento no estructural debe ser capaz de resistir, sin sufrir un nivel de daño mayor que el admisible para su grado de desempeño, las deformaciones que le impone la respuesta sísmica de la estructura.]

A.9.4.4 — Aplicación de las fuerzas sísmicas

[Comentario: en esta sección se indica donde se deben aplicar las fuerzas sísmicas al elemento no estructural.]

A.9.4.5 — Transferencia de las fuerzas sísmicas

[Comentario: los elementos no estructurales que requieran ser diseñados para resistir fuerzas sísmicas, deben amarrarse o anclarse de tal manera que éstas fuerzas sean finalmente transferidas a la estructura de la edificación. Se discuten los tipos de conexión o anclaje a la estructura permitidos.]

A.9.4.6 — Otras solicitudes

[Comentario: en el diseño de los elementos no estructurales deben tenerse en cuenta las otras solicitudes del Título B del Reglamento NSR-10, muy especialmente el viento.]

A.9.4.7 — Diseño utilizando el método de esfuerzos de trabajo

[Comentario: esta sección da las indicaciones del caso.]

A.9.4.8 — Elementos no estructurales localizados en la base de la estructura y por debajo de ella, o fuera de ella

[Comentario: esta sección da las indicaciones del caso.]

A.9.4.9 — Tipos de anclaje según el valor de R_p permitido para el elemento no estructural

[Comentario: los sistemas de anclaje de los elementos no estructurales deben tener capacidad de disipación de energía en el rango inelástico y ductilidad compatible con el nivel mínimo de R_p requerido para el elemento no estructural. En las subsecciones de A.9.4.9 se definen estos tipos de anclaje y los valores de R_p permitidos.]

A.9.4.10 — Elementos de conexión para componentes no estructurales

[Comentario: el elemento de conexión es el aditamento que conecta el elemento no estructural con los anclajes a la estructura. En algunos casos es el mismo elemento de anclaje. Aquí se dan las indicaciones del caso sobre estos elementos, especialmente para fachadas.]

A.9.5 — ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS

A.9.5.1 — General

[Comentario: los elementos arquitectónicos enumerados en la Tabla A.9.5-1 y sus anclajes a la estructura deben diseñarse y detallarse de acuerdo con los requisitos de esta sección. Los cálculos y diseños de los elementos arquitectónicos deben incluirse como parte de las memorias de diseño de elementos no estructurales arquitectónicos.]

A.9.5.2 — Elementos que requieren especial cuidado en su diseño

[Comentario: el comportamiento sísmico de algunos elementos no estructurales representa un peligro especialmente grave para la vida y en otros casos pueden llevar a la falla de elementos estructurales críticos, como pueden ser las columnas. Dentro de estos elementos se encuentran, entre otros, los siguientes: (a) muros de fachada, (b) muros interiores, (c) cielos rasos, (d) enchapes de fachada, (e) áncoras, parapetos y antepechos, (f) vidrios, (g) paneles prefabricados de fachada, y (h) columnas cortas o columnas cautivas, entre otros.]

A.9.5.3 — Fuerzas sísmicas de diseño

[Comentario: los elementos arquitectónicos y sus anclajes a la estructura deben diseñarse para resistir las fuerzas sísmicas reducidas de diseño determinadas por medio de la ecuación A.9.4-1, empleando los coeficientes dados en la Tabla A.9.5-1.]

A.9.5.4 — Fuerzas de viento

[Comentario: se dan los criterios para la protección contra el viento de los muros no estructurales de fachada.]

A.9.5.5 — Anclaje de las fachadas

[Comentario: se dan los criterios para el anclaje de los muros de fachada a la estructura y a los muros interiores y como evitar que el muro de fachada gire interiormente ante las fuerzas aplicadas sobre él.]

A.9.5.6 — Capacidad de deformación

[Comentario: los elementos arquitectónicos deben ser capaces de resistir, con el nivel de daño aceptable para el grado de desempeño correspondiente, las deformaciones dictadas por la deriva.]

A.9.5.7 — Fuerzas sísmicas en la dirección perpendicular al plano del muro no estructural

[Comentario: en el diseño de los muros no estructurales ante fuerzas sísmicas perpendiculares al plano del muro debe verificarse que las deflexiones del muro causadas por estas fuerzas no excedan la capacidad de deformación del muro.]

A.9.5.8 — Cielos rasos

[Comentario: se deben tener en cuenta en el diseño de los sistemas de cielo raso la interacción de los elementos arquitectónicos, hidráulicos, mecánicos y eléctricos que se incorporen dentro de él.]

Tabla A.9.5-1 — Coeficiente de amplificación dinámica, a_p , y tipo de anclajes o amarres requeridos, usado para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p , para elementos arquitectónicos (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10)

[Comentario: en esta tabla se presentan los parámetros de diseño sísmico de los elementos arquitectónicos según su grado de desempeño requerido. Allí se dan los parámetros para fachadas, muros que encierran puntos fijos, ductos de escaleras y ascensores, muros divisorios y particiones, áticos, parapetos y chimeneas, enchapes de fachada, altillos, cielos rasos y estanterías.]

A.9.6 — INSTALACIONES HIDRÁULICAS, SANITARIAS, MECÁNICAS Y ELÉCTRICAS

A.9.6.1 — General

[Comentario: los elementos no estructurales enumerados en la Tabla A.9.6-1 y sus anclajes a la estructura deben diseñarse y detallarse de acuerdo con los requisitos de esta sección.]

A.9.6.2 — Fuerzas sísmicas de diseño

[Comentario: los componentes hidráulicos, mecánicos y eléctricos y sus anclajes deben diseñarse para fuerzas sísmicas de diseño determinadas por medio de la ecuación A.9.4-1, empleando los coeficientes dados en la Tabla A.9.6-1.]

A.9.6.3 — Soportes

[Comentario: se dan los requisitos a cumplir en los anclajes a la estructura de estos elementos no estructurales.]

A.9.6.4 — Empates con las redes de servicios públicos

[Comentario: deben disponerse conexiones flexibles en los empates con las redes de servicios públicos en todos los casos en los cuales el empare está localizado en un lugar donde la estructura se puede desplazar con respecto al terreno como consecuencia de los movimientos sísmicos. El empare flexible debe ser capaz de resistir, sin daño, unos desplazamientos calculados como lo indica el Capítulo A.6.]

A.9.6.5 — Interruptores automáticos

[Comentario: en los empates con las redes de servicios públicos de electricidad y de gas, en edificaciones que pertenezcan al grupo de uso IV, localizadas en zonas de amenaza sísmica intermedia y alta, debe colocarse, del lado de la edificación, un interruptor automático. Se da el valor de aceleración a la cual se debe activar el interruptor.]

A.9.6.6 — Ascensores en edificaciones del grupo de uso IV

[Comentario: se dan los requisitos especiales para ascensores en edificaciones indispensables del grupo de uso IV.]

Tabla A.9.6-1 — Coeficiente de amplificación dinámica, a_p , y tipo de anclajes o amarres requeridos, usado para determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía, R_p , para elementos hidráulicos, mecánicos o eléctricos

[Comentario: en esta tabla se presentan los parámetros de diseño sísmico de los elementos para elementos hidráulicos, mecánicos o eléctricos según su grado de desempeño requerido. Allí se dan los parámetros sistemas de protección contra el fuego, plantas eléctricas de emergencia, maquinaria de ascensores, equipos en general, maquinaria de producción industrial, sistemas de tuberías, sistemas de ventilación y aire acondicionado, paneles de control y gabinetes eléctricos y sistemas de iluminación, entre otros.]

CAPÍTULO A.10 — EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO

[Comentario: la intervención de elementos no estructurales en edificaciones constituidas antes de la vigencia del Reglamento NSR-10 se rige por los mismos principios que la de edificaciones nuevas. El alcance de estas intervenciones de elementos no estructurales, depende del tipo de intervención de las contempladas en este Capítulo A.10 del Reglamento NSR-10 y debe verificarse para cada caso en particular. Por esta razón a continuación, solo se enumeran las secciones del Capítulo A.10 donde se requieren acciones de alguna naturaleza que cubran estos elementos: A.10.1.2, A.10.1.3.6, A.10.9.2.1, A.10.9.2.3(c), A.10.10.1, y A.10.10.1.2.]

CAPÍTULO A.12 – REQUISITOS ESPECIALES PARA EDIFICACIONES INDISPENSABLES DE LOS GRUPOS DE USO III Y IV

[Comentario: dado que para las edificaciones de los grupos de uso III y IV se requiere un desempeño Superior de los elementos no estructurales, por esta razón a continuación, solo se enumeran las secciones del Capítulo A.12 dónde se requieren acciones de alguna naturaleza que cubran estos elementos: A.12.1.4, A.12.4.2, A.12.4.3.3 y A.12.6.2.]

3.5.3. Entregas

Como culminación del diseño sísmico de los elementos no estructurales cubiertos por el Reglamento NSR-10, los diferentes profesionales que intervienen deben hacer las siguientes entregas:

Por parte del diseñador arquitectónico — El diseñador arquitectónico debe cubrir lo siguiente dentro del diseño arquitectónico e incluir en los planos arquitectónicos las siguientes características de los elementos no estructurales a diseñar sísmicamente por el diseñador sísmico de los elementos no estructurales:

1. Todos los planos arquitectónicos deben incluir una nota visible que contenga el Grupo de Uso según A.2.5 del Reglamento NSR-10 (I, II, III o IV) y el Grado de Desempeño de los elementos no estructurales (Superior, Bueno o Bajo) que se requiere para el grupo de uso de la edificación según A.9.2 del Reglamento NSR-10. En caso que se aplicable la exención dada en A.9.1.3 del Reglamento NSR-10, la nota simplemente debe incluir esta exención.
2. Planos arquitectónicos que cumplan con el contenido mínimo definido en A.1.5.2 y A.1.5.2.2 del Reglamento NSR-10 como consecuencia del alcance del proyecto arquitectónico dado en A.1.3.3 del Reglamento NSR-10.
3. Los planos arquitectónicos deben contener la definición arquitectónica de todos los elementos arquitectónicos que deben ser diseñados sísmicamente por el diseñador de elementos no estructurales (véase la Tabla A.9.5-1 del Reglamento NSR-10), incluyendo el tipo de material y su disposición estética para poder cumplirla con los elementos de anclaje o reforzamiento requeridos.
4. Los planos arquitectónicos de elementos arquitectónicos que van a ser diseñados y suministrados por un fabricante, según lo previsto en A.1.3.6.4 y A.1.5.1.2 del Reglamento NSR-10, deben contener notas apropiadas respecto a los requisitos que deben cumplirse según el Reglamento NSR-10.

Por parte del diseñador sísmico de elementos no estructurales arquitectónicos — El diseñador de elementos no estructurales arquitectónicos debe entregar como resultado de sus diseños lo siguiente:

1. Memoria de cálculos descriptiva de los diseños realizados, los cuales deben cumplir el alcance dado en 3.5.2 de la presente Resolución para elementos arquitectónicos cubiertos por el Reglamento NSR-10 en el grado de desempeño apropiado, debidamente firmados por el diseñador sísmico de los elementos no estructurales arquitectónicos.
2. Planos constructivos de los elementos no estructurales arquitectónicos conteniendo todos los detalles y especificaciones, compatibles con el grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse apropiadamente, debidamente firmados por el diseñador sísmico de los elementos no estructurales arquitectónicos.
3. Especificaciones de construcción de los elementos de anclaje y soporte. Los anclajes deben cumplir con el Apéndice C-D de NSR-10.
4. Lista de los materiales adicionales al elemento arquitectónico propiamente dicho, conteniendo los requisitos que deben cumplir mecánicamente y el proceso de instalación.

Por parte del diseñador sísmico de elementos no estructurales de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas — El diseñador sísmico de elementos no estructurales de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas debe entregar como resultado de sus diseños lo siguiente:

1. Memoria de cálculos descriptiva de los diseños realizados, los cuales deben cumplir el alcance dado en 3.5.2 de la presente Resolución para elementos no estructurales pertenecientes a instalaciones hidráulicas, sanitarias, mecánicas y eléctricas cubiertas por el Reglamento NSR-10 en el grado de desempeño apropiado, debidamente firmados por el diseñador sísmico de los elementos no estructurales correspondientes.
2. Planos constructivos de los elementos no estructurales que cumplan lo requerido en A.1.5.2.3 del Reglamento NSR-10 y que contengan todos los detalles y especificaciones, compatibles con el grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse apropiadamente, debidamente firmados por el diseñador sísmico de los elementos no estructurales. Cada uno de estos planos debe contener una nota claramente visible donde se indique el grado de desempeño de los elementos no estructurales y la referencia al plano donde se incluyan todos los detalles y especificaciones, compatibles con este grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse apropiadamente.
3. Especificaciones de construcción de los elementos de anclaje y soporte. Los anclajes deben cumplir con el Apéndice C-D de NSR-10.
4. Lista de los materiales adicionales al elemento propiamente dicho, conteniendo los requisitos que deben cumplir mecánicamente y el proceso de instalación.
5. Lista del contenido mínimo de las guías de mantenimiento para mantener y proteger los sistemas hidráulicos de extinción de incendio y para los sistemas eléctricos de detección y alarma de incendio

Para elementos que van a ser diseñados, suministrados e instalados por un fabricante — Se debe cumplir, según corresponda, con lo exigido en el Reglamento NSR-10 en A.1.3.6.4, A.1.5.1.2, A.9.3.1.1, J.3.4.3.1, J.3.5.4.1, K.4.2.3.1, K.4.2.5.5 y K.4.3.9.1.7.3 y lo siguiente:

1. Memoria de cálculos descriptiva de los diseños realizados para el grado de desempeño apropiado, debidamente firmados por un profesional facultado para realizar el diseño sísmico de elementos no estructurales.
2. Planos constructivos de los elementos no estructurales conteniendo todos los detalles y especificaciones, compatibles con el grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda supervisarse apropiadamente, debidamente firmados por el diseñador sísmico de los elementos no estructurales.
3. Especificaciones de construcción de los elementos de anclaje y soporte. Los anclajes deben cumplir con el Apéndice C-D de NSR-10.
4. Manuales de mantenimiento de los elementos suministrados.

Para ser aportados a la solicitud de licencia de construcción por parte del quien la suscribe como constructor — De acuerdo con A.1.3.6.5 del Reglamento NSR-10, quien suscribe la solicitud de licencia de construcción, debe:

1. Recopilar los diseños de los diferentes elementos no estructurales y las características y documentación de aquellos que se acojan a lo permitido en A.1.5.1.2, para presentarlos en una sola memoria ante la Curaduría u oficina o dependencia encargada de estudiar, tramitar, y expedir las licencias de construcción.

2. Los diferentes diseños de los elementos no estructurales deben ser firmados por el Constructor que suscribe la licencia, indicando así que se hace responsable que los elementos no estructurales se construyan de acuerdo con lo diseñado, cumpliendo con el grado de desempeño especificado.

3.5.4. Grado de complejidad

El grado de complejidad de los diseños es función del grado de desempeño mínimo requerido para el elemento no estructural, tal como lo define A.9.2. El desempeño se clasifica en grado superior, bueno y bajo según el uso de la edificación.

3.5.5. Formulación del costo

El valor de los honorarios de diseño de elementos no estructurales es un porcentaje del valor de los elementos no estructurales, lo cual corresponde al honorario básico. Este honorario básico se ve afectado posteriormente por el grado de desempeño de los elementos no estructurales para llegar a determinar el valor del honorario que efectivamente se debe pagar.

El honorario básico de diseño de elementos no estructurales corresponde al 5.2% (cinco punto dos por ciento) del costo de los elementos no estructurales.

Tabla 3.5-1 — Porcentaje del honorario básico según el grado de complejidad para diseño de elementos no estructurales

Clasificación según la complejidad	Porcentaje del honorario básico
Desempeño Superior	100 %
Desempeño Bueno	75 %
Desempeño Bajo	50 %

3.6. REVISIÓN DE DISEÑOS ESTRUCTURALES

3.6.1. Objeto

Consiste en la revisión de los diseños estructurales para determinar la bondad de los procedimientos empleados y el cumplimiento de los requisitos de diseño contenidos en la normativa sísmo resistente colombiana. El revisor de los diseños estructurales debe cumplir lo requerido por la Ley 400 de 1997 para esta labor profesional (véase el Apéndice A-5 del Reglamento NSR-10). El presente alcance de los trabajos de revisión de los cálculos estructurales cubre lo que debe revisar tanto el revisor de oficio de la Curaduría Urbana o la dependencia municipal o distrital encargada de expedir las licencias de construcción, como el revisor independiente de los cálculos estructurales.

3.6.2. Alcance de los trabajos

Se debe cumplir con lo requerido por el Título II – Revisión de los diseños, artículos 15 a 17 de la Ley 400 de 1997, modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 19 de 2012 y la Ley 1796 de 2016, y por el Apéndice A-6 del Reglamento NSR-10 así:

A-6.2 — ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS REVISORES INDEPENDIENTES DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES

A-6.2.1 — ESCOGENCIA DEL REVISOR INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El profesional independiente revisor de los diseños estructurales será escogido de manera autónoma por el solicitante de la licencia. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o sea el solicitante de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de escoger al revisor independiente de los diseños estructurales.

A-6.2.2 — INDEPENDENCIA DEL REVISOR DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El profesional independiente revisor de los diseños estructurales debe ser laboralmente independiente del diseñador estructural y del titular de la licencia.

A-6.2.3 — COSTO DE LA REVISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El costo de la revisión de los diseños estructurales efectuada por el profesional independiente, será asumida por el solicitante de la licencia. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o sea el solicitante de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

A-6.2.4 — CONTENIDO DE LA REVISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El revisor independiente de los diseños estructurales debe constatar que se cumplió con la totalidad de las normas exigidas por la Ley 400 de 1997, la Ley 1796 de 2016 y el presente Reglamento NSR 10, en cuanto al diseño estructural de la edificación.

A-6.2.5 — ALCANCE Y METODOLOGÍA DE LA REVISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El revisor independiente de los diseños estructurales, debe cubrir en su alcance y metodología lo exigido por la Resolución 0015 de 2015 expedida por la “Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistente”, o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

A-6.2.6 — CERTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA DE SISMO RESISTENCIA — El revisor independiente de los diseños estructurales deberá emitir un memorial en documento anexo a la solicitud de licencia en el que certifique el alcance de la revisión efectuada y suscribirá la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. Cuando el diseñador estructural efectúe las correcciones ordenadas en el Acta de Observaciones emitida por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital encargada de la expedición de las licencias urbanísticas, el revisor independiente de los diseños estructurales, deberá emitir un nuevo memorial dirigido a ésta, en el que certifique el alcance de la última revisión, el cumplimiento del presente Reglamento NSR-10, y además, suscribir los planos y demás documentos técnicos, como constancia de haber efectuado la revisión.

A-6.2.7 — REVISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES POR PERSONAS JURÍDICAS — En los casos en que se contrate a una persona jurídica para efectuar la revisión de los diseños estructurales, esta designará para dicha labor a un profesional que cuenten con la calidad, experiencia, idoneidad y conocimientos exigidos por el presente Reglamento NSR-10. Estos profesionales están sujetos al régimen de incompatibilidades establecido en el artículo 14 de la Ley 1796 de 2016 y solo podrán realizar esta labor en el proyecto.

A-6.2.8 — INCOMPATIBILIDADES — Los profesionales que realicen labores de revisión independiente de los diseños estructurales o supervisión técnica independiente de la construcción están sujetos al régimen de incompatibilidades previsto en el artículo 14 de la Ley 1796 de 2016

El revisor de los diseños estructurales debe constatar y emitir concepto que el diseñador estructural cumplió con el alcance de los trabajos de diseño estructural establecido en la sección 3.3.2 de la presente Resolución, incluyendo el alcance ampliado dado en la misma sección por la Comisión, cuando corresponda al tipo de estructura a revisar.

El revisor debe estudiar y emitir concepto sobre el cumplimiento del Reglamento NSR-10 con respecto a lo siguiente:

1. Avalúo de cargas utilizado.
2. Definición de los parámetros de diseño sísmico.
3. Procedimiento de análisis estructural empleado.
4. Verificación de las derivas y deflexiones verticales de la estructura.
5. Procedimientos de diseño de los miembros estructurales.
6. Procedimientos de diseño de la resistencia al fuego de los elementos estructurales.
7. Revisión de los planos estructurales.
8. Contenido de las especificaciones y recomendaciones de construcción.
9. Revisión del seguimiento de las recomendaciones del estudio geotécnico.

3.6.3. Entregas

El revisor de los diseños estructurales debe entregar como culminación de sus trabajos lo siguiente:

1. Memoria de los trabajos de revisión realizados.
2. En caso de que haya deficiencias en el diseño debe entregarse una relación de las partes del diseño que deben ser corregidas.
3. Emitirá un diagnóstico de si el proyecto fue realizado adecuadamente y cumpliendo el Reglamento NSR-10. En caso de que haya deficiencias en el diseño debe entregarse una relación de las partes del diseño que deben ser corregidas.

Los revisores independientes de los cálculos estructurales, además deben cumplir con los siguientes numerales adicionales 4 a 6:

4. Una vez aprobado el proyecto, suscribirá los planos estructurales y demás documentos técnicos del diseño estructural, como constancia de haber efectuado la revisión.
5. Memorial en documento anexo a la solicitud de licencia en el que certifique que el alcance de la revisión efectuada cumple con lo exigido en la presente Resolución y en el que declare no estar sujeto a alguna de las incompatibilidades establecidas en el artículo 14 de la Ley 1796 de 2016.
6. Suscribirá la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones.

3.6.4. Grado de complejidad

Se utiliza el mismo grado de complejidad definido en 3.3.5 para los diseños estructurales.

3.6.5. Formulación del costo

El costo de la revisión de diseños estructurales corresponde al 25% (veinticinco por ciento) de los honorarios de diseño estructural evaluados de acuerdo con 3.3.4. Este costo solo aplica a los revisores particulares de los diseños estructurales y no aplica a los revisores de oficio pues el costo está cubierto por las expensas que debe cancelar quien solicita la correspondiente licencia.

3.7. REVISIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

3.7.1. Objeto

Consiste en la revisión de los estudios geotécnicos para determinar la bondad de la exploración del sub-suelo, el alcance de los ensayos de laboratorio realizados, los diseños realizados desde el punto de vista de geotécnica, la determinación del tipo de perfil de suelo subyacente, los efectos de sitio desde el punto de vista sísmico, las recomendaciones para el diseño estructural y la construcción de la cimentación y los parámetros para determinar la interacción suelo-estructura cuando se requiera este análisis. El presente alcance de los trabajos de revisión de estudios geotécnicos cubre lo que debe revisar tanto el revisor de oficio de la Curaduría Urbana o la dependencia municipal o distrital encargada de expedir las licencias de construcción, como el revisor independiente de estudios geotécnicos.

3.7.2. Alcance de los trabajos

El revisor debe estudiar y emitir concepto sobre el cumplimiento del Reglamento NSR-10 teniendo en cuenta el alcance del estudio geotécnico dado en 3.4.2 de la presente Resolución, con respecto a lo siguiente:

1. La exploración geotécnica realizada, incluyendo cantidad y profundidad de los sondeos.
2. Los ensayos de laboratorio realizados.
3. Los diseños geotécnicos y los criterios adoptados por el ingeniero geotecnista.
4. Las recomendaciones para el diseño estructural de la cimentación respecto a su claridad y alcance.
5. Las recomendaciones para construcción de la cimentación, incluyendo el procedimiento de excavación, el cálculo de los asentamientos totales y a largo plazo esperados.
6. Cuando se haya realizado un estudio particular de sitio, el revisor debe conceptuar sobre él.

3.7.3. Entregas

El revisor de los estudios geotécnicos debe entregar como culminación de sus trabajos lo siguiente:

1. Memoria de los trabajos de revisión realizados
2. Diagnóstico de si el estudio geotécnico fue realizado adecuadamente y cumpliendo lo exigido en el Reglamento NSR-10.
3. En caso de que haya deficiencias en el estudio geotécnico debe entregarse una relación de las partes del estudio que deben ser corregidas o ampliadas.

3.7.4. Grado de complejidad

Se utiliza la misma categoría de la unidad de construcción definida en 3.4.4.

3.7.5. Formulación del costo

El costo de la revisión de estudios geotécnicos corresponde al 25% (veinticinco por ciento) de los honorarios de elaboración del estudio, excluyendo el costo de la exploración y los ensayos de laboratorio, de acuerdo con 3.4.5. Este costo solo aplica a los revisores particulares de los estudios geotécnicos y no

aplica a los revisores de oficio pues el costo está cubierto por las expensas que debe cancelar quien solicita la correspondiente licencia.

3.8. REVISIÓN DE DISEÑOS SÍSMICOS DE ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

3.8.1. Objeto

Consiste en la revisión de los diseños sísmicos de los elementos no estructurales para determinar la bondad de los procedimientos empleados y el cumplimiento de los requisitos de diseño contenidos en la normativa sísmico resistente.

3.8.2. Alcance de los trabajos

El revisor debe estudiar y emitir concepto sobre el cumplimiento del Reglamento NSR-10 utilizando como base lo requerido en el alcance de estos diseños en 3.5.2 y los documentos entregados según 3.5.3 de la presente Resolución, respecto a lo siguiente:

1. Avalúo de cargas y materiales utilizados.
2. Definición de los parámetros de diseño sísmico de los elementos no estructurales.
3. Definición de los parámetros de diseño de los elementos no estructurales arquitectónicos.
4. Parámetros de diseño para los sistemas hidráulicos de extinción de incendio y para los sistemas eléctricos de detección y alarma de incendio.
5. Procedimiento de análisis y diseño empleado.
6. Verificación de las derivas y deformaciones a que se verán sometidos los elementos no estructurales y las holguras y precauciones dadas en los planos y especificaciones de elementos no estructurales.
7. Revisión de los planos de elementos no estructurales, incluyendo sus anclajes y otros elementos de soporte, los planos de medios de evacuación, los planos hidráulicos de instalaciones de extinción de incendio, los planos eléctricos de instalaciones de detección y alarma de incendio, los planos de sistemas de control de humo y los planos de señalización e iluminación de emergencia.

3.8.3. Entregas

El revisor de los diseños de elementos no estructurales debe entregar como culminación de sus trabajos lo siguiente:

1. Memoria de los trabajos de revisión realizados
2. Diagnóstico de si el diseño fue realizado adecuadamente y cumpliendo el Reglamento NSR-10.
3. En caso de que haya deficiencias en el diseño debe entregarse una relación de las partes del diseño que deben ser corregidas.

3.8.4. Grado de complejidad

Será el mismo definido en 3.5.4.

3.8.5. Formulación del costo

El costo de la revisión de diseños sísmicos de elementos no estructurales corresponde al 25% (veinticinco por ciento) de los honorarios de diseño de elementos no estructurales evaluados de acuerdo con 3.5.5. Este costo solo aplica a los revisores particulares de los diseños sísmicos de los elementos no estructurales y no aplica a los revisores de oficio pues el costo está cubierto por las expensas que debe cancelar quien solicita la correspondiente licencia.

3.9. DIRECCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

3.9.1. Objeto

Consiste en la dirección técnica y administrativa de la construcción de la estructura y de los elementos no estructurales de la edificación cubiertos por el alcance del Reglamento NSR-10.

3.9.2. Alcance de los trabajos

El alcance de los trabajos de dirección de construcción comprende lo siguiente:

1. Planeamiento y dirección de las labores de construcción de la estructura y de los elementos no estructurales cubiertos por el alcance del Reglamento NSR-10 con el fin de que se lleven a cabo cumpliendo los requisitos del Reglamento, las especificaciones contenidas en los planos del proyecto, las especificaciones de construcción realizadas por los diseñadores, las especificaciones del fabricante como parte de la certificación de resistencia al fuego determinadas por los diseñadores correspondientes, las especificaciones emanadas de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, y la buena práctica constructiva.
2. En la construcción deben cumplirse los requisitos dados en el Reglamento NSR-10 para cada material estructural y seguirse los procedimientos y especificaciones dados por los diseñadores, por las normas técnicas NTC correspondientes y las instrucciones especiales de los fabricantes de los materiales.
3. Velar porque el peso de los materiales constructivos corresponda al contemplado en el diseño estructural (véase B.3.6 de NSR-10).
4. El director de la construcción debe velar porque todas las operaciones de construcción se realicen siguiendo los preceptos de seguridad apropiados para efectos de la seguridad de los operarios de construcción, de los vecinos a la construcción y de los transeúntes en las vías aledañas.
5. Definición de los equipos de construcción a utilizar.
6. Definición de un programa de control de calidad y dirección del programa de control de calidad cuando no se requiere Supervisión Técnica de la obra. Al respecto debe consultarse A.1.3.9.6 de NSR-10 y el Título I del Reglamento NSR-10 y en especial el Capítulo I.4.
7. Velar en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra.
8. Cumplir con las exigencias municipales, distritales, departamentales y nacionales respecto a las labores de construcción, su seguridad, y su dirección.
9. En los casos en los cuales no se requiera la supervisión técnica independiente, el director de la construcción debe efectuar las entregas que indica la sección 3.10.3 de la presente Resolución.

El director de la construcción debe tener en cuenta que él es el responsable de que los elementos no estructurales se diseñen y construyan adecuadamente como lo indica la Sección A.1.3.6.5 del Reglamento NSR-10.

3.9.3. Entregas

El Director de la construcción debe hacer entregas parciales de acuerdo con el avance de los trabajos. Además, debe entregar oportunamente los documentos solicitados por el Supervisor Técnico y por el contratante.

3.9.4. Grado de complejidad

El grado de complejidad no afecta los honorarios de dirección de construcción pues éste está reflejado en el costo mismo de la construcción.

3.9.5. Formulación del costo

Los honorarios de dirección de construcción se establecen como el 10% (diez por ciento) del costo directo de construcción de la obra dirigida por el profesional.

3.10. SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

3.10.1. Objeto

Se entiende por supervisión técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural e ingeniero geotecnista. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido.

3.10.2. Alcance de la supervisión técnica independiente dado en el Reglamento NSR-10

El alcance de los trabajos de supervisión técnica independiente está contenido directamente en el Reglamento NSR 10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017).

En las siguientes secciones del Reglamento NSR-10 se hace referencia a la Supervisión Técnica Independiente y para efectos de esta Resolución se enumeran a continuación:

(Nota: lo presentado a continuación es un resumen y debe consultarse el texto completo en el Reglamento NSR-10. Los comentarios explicativos que se incluyen los hace la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, creada por la Ley 400 de 1997 y adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.)

TÍTULO A — REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

CAPÍTULO A.1 — INTRODUCCIÓN

A.1.3 — PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.9 — Supervisión técnica independiente

[Comentario: de acuerdo con el Título V de la Ley 400 de 1997 y la Ley 1796 de 2016, la construcción de estructuras de edificaciones, o unidades constructivas, que tengan o superen los dos mil metros cuadrados (2000 m²) de área construida, independientemente de su uso, deben someterse a una supervisión técnica independiente realizada de acuerdo con lo establecido en el Título I de este Reglamento NSR-10. En las siguientes secciones se amplían los requisitos para los casos contemplados en cada una de ellas.]

A.1.3.9.1 — Edificaciones indispensables y de atención a la comunidad

[Comentario: las edificaciones de los grupos de uso III y IV independientemente del área que tengan deben someterse a supervisión técnica independiente.]

A.1.3.9.2 — Edificaciones diseñadas y construidas de acuerdo con el Título E del Reglamento

[Comentario: las edificaciones diseñadas y construidas de acuerdo con el Título E del Reglamento NSR-10 están exentas de supervisión técnica independiente siempre y cuando sean menores de cinco unidades de vivienda y no tengan más de 2000 m² de área construida en conjunto.]

A.1.3.9.3 — Supervisión técnica independiente exigida por los diseñadores

[Comentario: el diseñador estructural, o el ingeniero geotecnista, de acuerdo con su criterio, pueden haber requerido supervisión técnica independiente. El Supervisor Técnico Independiente debe constatar que se haya presentado esta situación y tenerlo muy en cuenta en el alcance de sus labores]

A.1.3.9.4 — Idoneidad del supervisor técnico independiente

[Comentario: debe cumplir lo exigido por la Ley 400 de 1997 y cumplir los requisitos de Apéndice A-5 del Reglamento NSR-10.]

A.1.3.9.5 — Alcance de la supervisión técnica independiente

[Comentario: está contenido en el Título I de NSR-10.]

A.1.3.9.6 — Edificaciones donde no se requiere supervisión técnica independiente

[Comentario: el constructor que suscribe la licencia de construcción debe llevar todos los controles y ensayos de materiales.]

A.1.3.9.7 — Sistemas de aislamiento sísmico

[Comentario: las edificaciones que usen este sistema deben someterse a supervisión técnica independiente.]

A.1.3.9.8 — Disipadores de energía

[Comentario: las edificaciones que usen este sistema deben someterse a supervisión técnica independiente.]

A.1.3.9.9 — Intervención en el sistema estructural

[Comentario: la intervención de rehabilitación de edificaciones debe someterse a supervisión técnica independiente.]

CAPÍTULO A.10 — EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO

A.10.1.6 — Supervisión técnica independiente

[Comentario: la construcción de la intervención del sistema estructural existente debe someterse, en todos los casos, a una supervisión técnica independiente dentro del alcance que se da en el Título I del presente Reglamento. El Supervisor técnico independiente debe dejar constancia en los registros de la supervisión de que las hipótesis en que se basó el diseñador fueron confirmadas en la obra. En caso de presentarse discrepancias debe quedar constancia escrita de que el diseñador fue informado de ellas y de las acciones correctivas que él fijó.]

TÍTULO C — CONCRETO ESTRUCTURAL
CAPÍTULO C.1 — REQUISITOS GENERALES
C.1.3 — SUPERVISIÓN TÉCNICA

TÍTULO D — MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL
CAPÍTULO D.1 — REQUISITOS GENERALES
D.1.3 — SUPERVISIÓN TÉCNICA

TÍTULO F — ESTRUCTURAS METÁLICAS
CAPÍTULO F.2 — ESTRUCTURAS DE ACERO CON PERFILES LAMINADOS, ARMADOS Y TUBULARES ESTRUCTURALES
F.2.14 — CONTROL DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN TÉCNICA
CAPÍTULO F.3 — PROVISIONES SÍSMICAS PARA ESTRUCTURAS DE ACERO CON PERFILES LAMINADOS, ARMADOS Y TUBERÍA ESTRUCTURAL
F.3.10 — CONTROL DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN TÉCNICA PARA ESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

TÍTULO I — SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

Para efectos de la presente Resolución quien contrata y quien realiza la supervisión técnica independiente debe consultar las siguientes actividades que debe realizar el supervisor técnico independiente las cuales se encuentran en detalle en el Capítulo I.4 del Reglamento NSR-10. Se transcriben a continuación las labores descritas en la sección I.2.3.1 del Reglamento NSR-10:

El alcance de la supervisión técnica independiente debe, como mínimo, cubrir los siguientes aspectos:

- (a) Aprobación de un programa de control de calidad de la cimentación, construcción de la estructura y elementos no estructurales de la edificación. Este programa de control de calidad debe ser propuesto por el constructor responsable que suscribe la licencia de construcción.
- (b) Aprobación del laboratorio, o laboratorios, que realicen los ensayos de control de calidad de los materiales de la estructura.
- (c) Realizar los controles exigidos por el Reglamento NSR-10 para los materiales estructurales empleados, y los indicados en I.2.4.
- (d) Aprobación de los procedimientos constructivos de la estructura propuestos por el constructor responsable.
- (e) Exigir al diseñador estructural el complemento o corrección de los planos estructurales, cuando estos estén incompletos, indefinidos, o tengan omisiones o errores.
- (f) Solicitar al ingeniero geotecnista las recomendaciones complementarias al estudio geotécnico cuando se encuentren situaciones no previstas en él.
- (g) Mantener actualizado un registro escrito de todas las labores realizadas, de acuerdo con lo establecido en I.2.2.1.
- (h) Velar en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra de la estructura y los elementos no estructurales de la edificación. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10)
- (i) Prevenir por escrito al constructor sobre posibles deficiencias en la mano de obra, equipos, procedimientos constructivos y materiales inadecuados y vigilar porque se tomen los correctivos necesarios.

- (j) Exigir la suspensión de labores de construcción de la estructura cuando el constructor no cumpla o se niegue a cumplir con los planos, especificaciones y controles exigidos, informando, por escrito, al propietario y a la autoridad competente para ejercer control urbano y posterior de obra.
- (k) Rechazar las partes de la cimentación, la estructura y los elementos no estructurales que no cumplan con los planos y especificaciones. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).
- (l) Ordenar los estudios necesarios para evaluar la seguridad de la parte o partes afectadas y ordenar las medidas correctivas correspondientes, supervisando los trabajos de reparación.
- (m) En caso de no ser posible la reparación, recomendar la demolición de la estructura al propietario y a la autoridad competente para ejercer control urbano y posterior de obra.
- (n) Expedir el Certificado Técnico de Ocupación de que habla el literal (h) de I.2.2.1 una vez concluidas la cimentación, construcción de la estructura y los elementos no estructurales de la edificación, siempre y cuando se hayan cumplido los requisitos para el efecto. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).

3.10.3. Entregas

El supervisor técnico independiente deberá llevar un registro escrito de sus labores en donde se incluyen todos los controles realizados de acuerdo con lo exigido en el Capítulo I.2 (véase I.2.2.1 del Reglamento NSR-10). El registro escrito comprende, como mínimo, los siguientes documentos:

- (a) Las especificaciones de construcción y sus adendas,
- (b) El programa de control de calidad exigido por el supervisor técnico independiente de conformidad con este Reglamento NSR-10 y el presente Título I, debidamente confirmado en su alcance por el propietario y el constructor responsable. En los casos en que en virtud de la existencia de un patrimonio autónomo sea el fiduciario quien ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quién es el responsable de esta obligación,
- (c) Registro fotográfico de la construcción,
- (d) Resultados e interpretación de los ensayos de materiales exigidos por este Reglamento, o adicionalmente por el programa de supervisión técnica,
- (e) Toda la correspondencia derivada de las labores de supervisión técnica, incluyendo: las notificaciones al constructor acerca de las posibles deficiencias en materiales, procedimientos constructivos, equipos y mano de obra; y los correctivos ordenados; las contestaciones, informes acerca de las medidas correctivas tomadas, o descargos del constructor a las notificaciones ordenadas del supervisor técnico,
- (f) Los conceptos emitidos por los diseñadores a las notificaciones del supervisor técnico o del constructor,
- (g) Todos los demás documentos que por su contenido permitan establecer que la construcción de la estructura de la edificación según este Reglamento NSR-10, se realizó de acuerdo con los requisitos dados en él, y
- (h) Expedición por parte del Supervisor Técnico Independiente del Certificado Técnico de Ocupación (véase su definición en A.13.1), correspondiente al acto, descrito en el artículo 6 de la Ley 1736 de 2016, mediante el cual el Supervisor Técnico Independiente certifica bajo la gravedad de juramento que la cimentación, la construcción de la estructura y los elementos no estructurales contaron con la supervisión técnica independiente y se ejecutaron de conformidad con los planos, diseños y especificaciones técnicas exigidas por el Reglamento NSR-10 y aprobados en la respectiva licencia. En este certificado deben anexarse las actas de supervisión y sus anexos, las cuales no requieren de protocolización. (Véase la sección I.2.1.2 del Reglamento NSR-10).

3.10.4. Grado de complejidad

El grado de complejidad no afecta los honorarios de Supervisión Técnica de la construcción pues éste está reflejado en el costo mismo de la construcción.

3.10.5. Formulación del costo

Para *Supervisión Técnica Continua* según se define en I.4.2.2 del Reglamento NSR-10 el costo de los honorarios de Supervisión Técnica es 1.25% (uno y cuarto por ciento) del costo directo de construcción de la obra supervisada.

Para *Supervisión Técnica Itinerante* según se define en I.4.2.3 del Reglamento NSR-10 el costo de los honorarios de Supervisión Técnica es 0.5% (medio por ciento) del costo directo de construcción de la obra supervisada.

4. CÁLCULO DE LOS HONORARIOS

4.1. COSTO DE LAS ESTRUCTURAS

Para efectos de la aplicación de los honorarios cuando el costo de la construcción no se ha definido, o se necesite definir contractualmente el costo de los honorarios sin que dependa de una cifra que no se puede establecer durante la vigencia del contrato respectivo, se definen los honorarios en función del salario mínimo legal mensual de la forma que se indica a continuación.

4.2. VALOR DE LOS HONORARIOS

4.2.1. Diseños estructurales

El valor, por metro cuadrado, de la estructura de complejidad Grado A (véase 3.3.5) se asimila al 75% (setenta y cinco por ciento) del salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV). Por lo tanto, el valor del honorario básico de diseño estructural corresponde, de acuerdo con la sección 3.3.4, al Valor del honorario básico de diseño estructural por metro cuadrado = 5.2% del 75% del SMMLV. El valor por metro cuadrado para los honorarios de diseño estructural para los diferentes grados de complejidad es el indicado en la Tabla 4.2-1.

Tabla 4.2-1 — Honorario de diseño estructural según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	honorario de diseño estructural por metro cuadrado	Descripción
Grado A	0.0390 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • cascarones y placas plegadas, • bases y fundaciones de maquinaria, • edificaciones con cuatro (4) o más sótanos o veinte (20) o más pisos sin contar los sótanos, • diseño de rehabilitación de estructuras existentes incluyendo el análisis de vulnerabilidad.
Grado B	0.0351 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Coliseos, estadios, iglesias, teatros, centros comerciales, • aeropuertos y helipuertos, • estructuras industriales,

		<ul style="list-style-type: none"> • edificaciones indispensables y de atención a la comunidad según el Reglamento NSR-10, • edificaciones con tres (3) sótanos o entre quince (15) y diez y nueve (19) pisos sin contar los sótanos.
Grado C	0.0312 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques (aéreos o enterrados), • piscinas, • estructuras de madera y guadua, • edificaciones con dos (2) sótanos o entre diez (10) y catorce (14) pisos sin contar los sótanos.
Grado D	0.0273 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras metálicas de cubierta, • estructuras con un (1) sótano o entre seis (6) pisos y nueve (9) pisos sin contar los sótanos, • estudios de vulnerabilidad sin diseño de la rehabilitación.
Grado E	0.0234 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones sin sótano o de cinco (5) o menos pisos sin contar los sótanos, • viviendas de uno y dos pisos.

Cuando se trate de estructuras repetidas exactamente iguales el valor por metro cuadrado de diseño estructural dado en la tabla anterior se le puede aplicar el factor de repetitividad definido en 3.3.4, entendiéndose que se entrega únicamente el juego de planos correspondiente a una sola estructura.

La *repetitividad de la estructura* afecta el valor de los honorarios por el siguiente factor acumulativo:

Por la primera estructura	1.0
Por la segunda estructura	0.5
Por la tercera estructura	0.3
Por cada una de las siguientes	0.1

4.2.2. Estudios geotécnicos

De acuerdo con la sección 3.4.5 el costo de un *estudio geotécnico definitivo* es función del costo de la exploración incluyendo el trabajo de laboratorio y del costo de los trabajos de ingeniería a realizar. La determinación de procedimiento para establecer estos honorarios se sale del alcance del presente documento.

4.2.3. Diseño sísmico de elementos no estructurales

El valor, por metro cuadrado, de los elementos no estructurales para el grado de desempeño superior (véase 3.5.5) se asimila al 25% (veinticinco por ciento) del salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV). Por lo tanto, el valor del honorario básico de diseño de elementos no estructurales corresponde, de acuerdo con la sección 3.5.5, al Valor del honorario básico de diseño estructural por metro cuadrado = 5.2% del 25% del SMMLV

El valor por metro cuadrado para los honorarios de diseño de elementos no estructurales para los diferentes grados de desempeño es el indicado en la Tabla 4.2-2.

Tabla 4.2-2 — Valor por metro cuadrado de los honorarios de diseño de elementos no estructurales según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	Porcentaje del honorario básico
Desempeño Superior	0.0130 x SMMLV/m ²
Desempeño Bueno	0.0098 x SMMLV/m ²
Desempeño Bajo	0.0065 x SMMLV/m ²

4.2.4. Revisión de diseños estructurales

El costo de la revisión de diseños estructurales corresponde al 25% (veinticinco por ciento) de los honorarios de diseño estructural evaluados de acuerdo con 3.3.4. Al aplicar este factor a los valores de diseño estructural se obtienen los honorarios indicados en la Tabla 4.2-3 para los diferentes grados de complejidad:

Tabla 4.2-3 — Honorario de revisión de diseño estructural según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	honorario de diseño estructural por metro cuadrado	Descripción
Grado A	0.0098 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • cascarones y placas plegadas, • bases y fundaciones de maquinaria, • edificaciones con cuatro (4) o más sótanos o veinte (20) o más pisos sin contar los sótanos, • diseño de rehabilitación de estructuras existentes incluyendo el análisis de vulnerabilidad.
Grado B	0.0088 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Coliseos, estadios, iglesias, teatros, centros comerciales, • aeropuertos y helipuertos, • estructuras industriales, • edificaciones indispensables y de atención a la comunidad según el Reglamento NSR-10, • edificaciones con tres (3) sótanos o entre quince (15) y diez y nueve (19) pisos sin contar los sótanos.
Grado C	0.0078 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Tanques (aéreos o enterrados), • piscinas, • estructuras de madera y guadua, • edificaciones con dos (2) sótanos o entre diez (10) y catorce (14) pisos sin contar los sótanos.
Grado D	0.0068 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras metálicas de cubierta, • estructuras con un (1) sótano o entre seis (6) pisos y nueve (9) pisos sin contar los sótanos, • estudios de vulnerabilidad sin diseño de la rehabilitación.
Grado E	0.0059 x SMMLV/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Edificaciones sin sótano o de cinco (5) o menos pisos sin contar los sótanos, • viviendas de uno y dos pisos.

4.2.5. Revisión de estudios geotécnicos

El costo de la revisión de estudios geotécnicos corresponde al 25% (veinticinco por ciento) de los honorarios de la elaboración del estudio, excluyendo el costo de la exploración y los ensayos de laboratorio, de acuerdo con 3.7.5.

4.2.6. Revisión de diseños sísmicos de elementos no estructurales

El costo de la revisión de diseños de elementos no estructurales corresponde al 25% (veinticinco por ciento) de los honorarios de diseño de elementos no estructurales evaluados de acuerdo con 3.5.5. Al aplicar este factor a los valores de diseño estructural se obtienen los honorarios indicados en la Tabla 4.2-4 para los diferentes grados de complejidad:

Tabla 4.2-4 – Valor por metro cuadrado de los honorarios de revisión del diseño de elementos no estructurales según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	Porcentaje del honorario básico
Desempeño Superior	0.0033 x SMMLV/m ²
Desempeño Bueno	0.0024 x SMMLV/m ²
Desempeño Bajo	0.0016 x SMMLV/m ²

4.2.7. Dirección de la construcción

De acuerdo con 3.9.5 los honorarios de dirección de construcción corresponden al 10% (diez por ciento) del costo directo de las labores de construcción dirigidas por él. El valor, por metro cuadrado, del costo directo de construcción de la estructura y los elementos no estructurales de complejidad Grado A (véase 3.3.5) se asimila a un (1.0) salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV). Por lo tanto, el valor del honorario de dirección de la construcción, de acuerdo con la sección 3.9.5, corresponde a: Valor del honorario básico de dirección de construcción por metro cuadrado = 10% del SMMLV

El valor por metro cuadrado para los honorarios de dirección de la construcción de la estructura y los elementos no estructurales para los diferentes grados de complejidad es el indicado en la Tabla 4.2-5.

Tabla 4.2-5 – Honorario de dirección de la construcción de la estructura y los elementos no estructurales según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	honorario de dirección de construcción por metro cuadrado
Grado A	0.100 x SMMLV/m ²
Grado B	0.090 x SMMLV/m ²
Grado C	0.080 x SMMLV/m ²
Grado D	0.070 x SMMLV/m ²
Grado E	0.060 x SMMLV/m ²

4.2.8. Supervisión técnica independiente

De acuerdo con 3.10.5 los honorarios de Supervisión Técnica de la construcción de la estructura y los elementos no estructurales corresponden al 1.25% (uno punto veinticinco por ciento) del costo directo

de las labores de construcción supervisadas para el caso de *Supervisión Técnica Continua* y del 0.5% (medio por ciento) para el caso de *Supervisión Técnica Itinerante*. El valor, por metro cuadrado, del costo directo de construcción de la estructura y los elementos no estructurales de complejidad Grado A (véase 3.3.5) se asimila a un (1.0) salario mínimo mensual legal vigente (SMMLV).

El valor por metro cuadrado para los honorarios de Supervisión Técnica de la construcción de la estructura y los elementos no estructurales para Supervisión Técnica Continua e Itinerante para los diferentes grados de complejidad es el indicado en la Tabla 4.2-6.

Tabla 4.2-6 — Honorario de Supervisión Técnica Continua e Itinerante de la construcción de la estructura y los elementos no estructurales según el grado de complejidad

Clasificación según la complejidad	Honorario de Supervisión Técnica Continua por metro cuadrado	Honorario de Supervisión Técnica Itinerante por metro cuadrado
Grado A	0.0125 x SMMLV/m ²	0.0050 x SMMLV/m ²
Grado B	0.0113 x SMMLV/m ²	0.0045 x SMMLV/m ²
Grado C	0.0100 x SMMLV/m ²	0.0040 x SMMLV/m ²
Grado D	0.0088 x SMMLV/m ²	0.0035 x SMMLV/m ²
Grado E	0.0075 x SMMLV/m ²	0.0030 x SMMLV/m ²

5. ASPECTOS DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO AFECTADOS POR EL REGLAMENTO NSR-10

La Ley 400 de 1997 (modificada por medio de la Ley 1279 de 2008, el Decreto-Ley 19 de 2012 y la Ley 1796 de 2016) no incluye dentro de las profesiones reguladas por ella la arquitectura y fuera de exigir que el arquitecto posea una matrícula profesional expedida por el Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares (CPNAA), la cual debe estar vigente, no exige para el ejercicio del diseño arquitectónico experiencia profesional ni acreditación de la experiencia. No obstante, la reglamentación de la Ley 400 de 1997 incluye dentro de sus requisitos un contenido mínimo de los planos arquitectónicos con el fin de poder delimitar los parámetros de otros diseños que dependen de esta información. El Reglamento NSR-10, actualmente vigente, y en alguna medida sus versiones anteriores de 1984 y 1998, contiene requisitos que debe cumplir el diseñador arquitectónico cuyo único fin es la defensa de la vida de los colombianos ante la ocurrencia de un sismo fuerte u otro desastre natural.

La Ley 400 de 1997 permite que algunas de las labores profesionales reguladas por ella, sean ejercidas por arquitectos. Dentro de ellas se encuentran: el diseño sísmico de elementos no estructurales, la revisión de estos diseños sísmicos de elementos no estructurales, la dirección de la construcción de edificaciones y la supervisión técnica independiente. Para el ejercicio de estas labores profesionales, el arquitecto debe cumplir los mismos requisitos de experiencia profesional en estas labores o estudios de posgrado en algunas de ellas, aprobar las pruebas y exámenes de idoneidad, y luego de aprobarlos inscribirse en el “Registro Único Nacional de Profesionales Acreditados” creado por la Ley 1796 de 2016. Se insiste que esto solo sería requerido para ejercer las labores profesionales diferentes de la de diseño arquitectónico. Al respecto debe consultarse el Apéndice A-5 del Reglamento NSR-10.

5.1. AFECTACIONES AL ALCANCE DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Las afectaciones al alcance del diseño arquitectónico que se incluyen en la reglamentación de sismo resistencia nacional, solo afectan algunos aspectos de lo diseñado y su inclusión en los planos arquitectónicos que se presentan para la obtención de las licencias de construcción. El arquitecto debe cumplir todas las exigencias de la Ley 388 de 1997 y sus decretos reglamentarios contenidas en el Decreto 1077 de 2015, “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”, en el cual se recopiló toda la normativa del sector, el cual se modificó recientemente por medio del Decreto 1203 del 12 de julio de 2017.

5.1.1. En la Ley 400 de 1997

A continuación, se presentan las secciones de la Ley 400 de 1997 (modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 19 de 2012 y la Ley 1796 de 2016) en las cuales se afecta el diseño arquitectónico:

TÍTULO II — DEFINICIONES

Artículo 4 – Definiciones – Para los efectos de esta ley se entiende por:

11 – Diseñador Arquitectónico. Es el Arquitecto bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos arquitectónicos de la edificación y que en los firma o rotula.

...

TÍTULO III — DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

CAPITULO I — RESPONSABILIDADES

Artículo 7 – Sujeción de la construcción a los planos – Los planos arquitectónicos y estructurales que se presenten para la obtención de la licencia de construcción deben ser iguales a los utilizados en la construcción de la obra. Por lo menos una copia de estos debe permanecer en el archivo del Departamento Administrativo o dependencia Distrital o Municipal a cargo de la expedición de la licencia de construcción.

Parágrafo – Todos los planos arquitectónicos y estructurales deben contemplar las normas sobre la eliminación de barreras arquitectónicas para las personas discapacitadas y de tercera edad.

5.1.2. En el Reglamento NSR-10

A continuación, se presentan las secciones del Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017) en los cuales se afecta el diseño arquitectónico en las siguientes secciones:

A.1.3 — PROCEDIMIENTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, DE ACUERDO CON EL REGLAMENTO

A.1.3.3 — DISEÑO ARQUITECTÓNICO — El proyecto arquitectónico de la edificación debe cumplir la reglamentación urbana vigente, los requisitos especificados en el Título J y en el Título K del Reglamento NSR-10 para medios de evacuación, protección contra incendios, la señalización de los medios de evacuación, los materiales apropiados para la protección contra incendios de los medios de evacuación y elementos de seguridad anti impacto o caída como barandas y elementos vidriados, y además debe indicar, para efectos de este Reglamento, los grupos de ocupación de cada una de las partes de la edificación, número de personas para las cuales está diseñado el espacio, y su clasificación dentro de los grupos de uso definidos en el Capítulo A.2, el tipo de cada uno de los elementos no estructurales y el grado de desempeño mínimo que deben tener de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.9. El proyecto arquitectónico debe ir firmado por un arquitecto con matrícula profesional vigente. Cuando los planos arquitectónicos incluyan los diseños sísmicos de los elementos

no estructurales, éstos deben ir firmados por un profesional facultado para este fin. Véase A.1.3.6 y el literal (h) de A.6.5.2.3 sobre separación sísmica de edificaciones adyacentes.

A.1.3.7 — REVISIÓN DE LOS DISEÑOS — Los planos, memorias y estudios del proyecto deben ser revisados para efectos de la obtención de la licencia de construcción por profesionales facultados para este fin, dicha revisión debe efectuarse según lo establecido en la Ley 400 de 1997 modificada por la Ley 1796 de 2016 y el presente Reglamento NSR 10, como se señala a continuación:

A.1.3.7.1 — Revisión de oficio — El curador urbano o la autoridad municipal o distrital a cargo de la expedición de las licencias urbanísticas, en todos los casos revisará de oficio el proyecto arquitectónico, los diseños estructurales, el estudio geotécnico y los diseños sísmicos de los elementos no estructurales.

A.1.5.2 — PLANOS — Los planos arquitectónicos, estructurales y de elementos no estructurales, que se presenten para la obtención de la licencia de construcción deben ser iguales a los utilizados en la construcción de la obra, y por lo menos una copia debe permanecer en archivo de la Curaduría, departamento administrativo o dependencia distrital o municipal encargada de expedir las licencias de construcción. La Curaduría Urbana o la dependencia municipal o distrital encargada de expedir las licencias de construcción, podrá solicitar una copia en medio magnético del proyecto estructural (planos y memorias), en los formatos digitales que ésta defina. En los proyectos que requieran supervisión técnica independiente, de acuerdo con el presente Reglamento, se deberá cumplir adicionalmente con lo especificado en el Título I en relación con los planos finales de obra (planos récord).

A.1.5.2.2 — Planos arquitectónicos y de elementos no estructurales arquitectónicos — Los planos arquitectónicos deben ir firmados por un arquitecto facultado para ese fin y quien obra como diseñador arquitectónico responsable. El proyecto y planos arquitectónicos deben cumplir con el alcance del diseño arquitectónico definido en A.1.3.3. Para efectos del presente Reglamento deben contener el grado de desempeño sísmico de los elementos no estructurales arquitectónicos, tal como los define el Capítulo A.9, por medio de notas apropiadas colocadas en el plano correspondiente. Los planos de elementos no estructurales, deben contener todos los detalles y especificaciones, compatibles con este grado de desempeño, necesarios para garantizar que la construcción pueda ejecutarse apropiadamente. El diseñador de los elementos no estructurales, cuando el diseño sísmico de los elementos no estructurales se realice por un profesional diferente del arquitecto, debe firmar los planos arquitectónicos generales, además de los planos de los diseños particulares. Véase A.1.3.6 y el literal (h) de A.6.5.2.3 sobre separación sísmica de edificaciones adyacentes.

A.1.5.3 — MEMORIAS — Los planos deben ir acompañados por memorias de diseño y cálculo en las cuales se describan los procedimientos por medio de los cuales se realizaron los diseños.

A.1.5.3.2 — Memorias de otros diseños — Las justificaciones para el grado de desempeño de los elementos no estructurales deben consignarse en una memoria. Esta memoria debe ser elaborada por el profesional responsable de los diseños, ya sea el arquitecto o el diseñador de los elementos no estructurales, y los diseñadores hidráulicos, eléctricos, mecánicos o de instalaciones especiales. Véase A.1.3.3. Igualmente debe contarse con una memoria de las especificaciones sobre materiales, elementos estructurales, medios de ingreso y egreso y sistemas de detección y extinción de incendios relacionadas con la seguridad de la vida, de acuerdo con los Títulos J y K de este Reglamento.

A.6.5 — SEPARACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS ADYACENTES POR CONSIDERACIONES SÍSMICAS

A.6.5.2 — ENTRE EDIFICACIONES VECINAS QUE NO HAGAN PARTE DE LA MISMA CONSTRUCCIÓN — La separación entre edificaciones vecinas, para evitar efectos nocivos ante la ocurrencia de un sismo, debe cumplir los siguientes requisitos:

A.6.5.2.3 — Requisitos de separación sísmica con respecto al paramento del lote para edificaciones nuevas — Deben cumplirse los siguientes requisitos para efectos de determinar la separación sísmica con respecto al paramento del lote en edificaciones nuevas cubiertas por el alcance dado en A.6.5.2.1:

...

(h) El paramento del lote y la separación sísmica requerida deben quedar claramente indicados en los planos arquitectónicos que se presentan a la autoridad competente o curaduría para la obtención de la licencia de construcción.

...

CAPÍTULO A.9 — ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

A.9.1 — GENERAL

A.9.1.2 — **ALCANCE** — El presente Capítulo cubre las previsiones sísmicas que deben tenerse en el diseño de los elementos no estructurales y de sus anclajes a la estructura, con la excepción de lo indicado en A.9.1.3. Dentro de los elementos no estructurales que deben ser diseñados sísmicamente se incluyen:

(a) Elementos arquitectónicos

...

A.9.3.3 — COORDINACIÓN ENTRE DISEÑOS DE ELEMENTOS QUE HACEN PARTE DE DIFERENTES SISTEMAS —

La responsabilidad de la coordinación entre los diferentes diseños recae en el profesional que figura como diseñador arquitectónico en la solicitud de licencia de construcción. El profesional que realice la coordinación debe tomar todas las precauciones necesarias para que el diseño resultante de cada uno de los elementos no estructurales, realizado por profesionales diferentes a él, no afecte el desempeño de elementos diseñados por otros profesionales.

...

A.9.5 — ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS

A.9.5.3 — **FUERZAS SÍSMICAS DE DISEÑO** — Los elementos arquitectónicos y sus anclajes a la estructura deben diseñarse para resistir las fuerzas sísmicas reducidas de diseño determinadas por medio de la ecuación A.9.4-1, empleando los coeficientes dados en la Tabla A.9.5-1.

A.9.5.6 — **CAPACIDAD DE DEFORMACIÓN** — Los elementos arquitectónicos deben ser capaces de resistir, con el nivel de daño aceptable para el grado de desempeño correspondiente, las deformaciones dictadas por la deriva, calculada de acuerdo con los requisitos del Capítulo A.6. En los elementos no estructurales colocados sobre elementos estructurales en voladizo debe tenerse en cuenta la deflexión vertical causada por la rotación en el apoyo del voladizo.

A.9.5.8 — **CIELOS RASOS** — Deben tenerse en cuenta en el diseño de los sistemas de cielo raso la interacción de los elementos arquitectónicos, hidráulicos, mecánicos y eléctricos que se incorporen dentro de él.

CAPÍTULO A.10 — EVALUACIÓN E INTERVENCIÓN DE EDIFICACIONES CONSTRUIDAS ANTES DE LA VIGENCIA DE LA PRESENTE VERSIÓN DEL REGLAMENTO

...

A.10.9.2.5 — **Edificaciones declaradas como patrimonio histórico, de conservación arquitectónica o de interés cultural** — Cuando se trate de intervenciones estructurales de edificaciones declaradas por la autoridad competente como patrimonio histórico, de conservación arquitectónica o de interés cultural, donde existan restricciones severas para lograr un nivel de seguridad equivalente al que el Reglamento exigiría a una edificación nueva o al que se obtendría al utilizar lo prescrito en A.10.4.2.2 para movimientos sísmicos de seguridad limitada, excepto que se trate de edificaciones pertenecientes al grupo de uso IV o cubiertas por los literales (a), (b), o (c) del grupo de uso III, tal como los define A.2.5, se permitirá un nivel menor de seguridad sísmica siempre y cuando este menor nivel se justifique por parte del ingeniero diseñador y se acepte por parte del propietario, incluyendo dentro de los documentos que se presentan para solicitar la respectiva licencia de construcción, un memorial firmado en conjunto en el cual se incluyan las razones que motivan la reducción, el nivel de seguridad sísmica propuesto, y las medidas que se adoptarán para restringir el acceso al público en general o los procedimientos colaterales que se adoptarán para proveer seguridad apropiada a los ocupantes. Este memorial debe protocolizar mediante escritura pública.

CAPÍTULO A.11 — INSTRUMENTACIÓN SÍSMICA

...

A.11.1.3.2 — Las Curadurías o las entidades encargadas de expedir las licencias de construcción de acuerdo con lo requerido en la Ley 388 de 1997 y sus decretos reglamentarios se abstendrán de expedir la correspondiente licencia de construcción, incluyendo las de remodelaciones y reforzamientos futuros, cuando en los casos que se requiera instrumentación sísmica según el presente Reglamento no se hayan dispuesto en el proyecto arquitectónico los espacios a que hace referencia este Capítulo y no se haya consignado en el reglamento de propiedad horizontal de la edificación, cuando se trate de copropiedades, las obligaciones de la copropiedad respecto a la ubicación, suministro, mantenimiento y vigilancia del instrumento. La autoridad competente se abstendrá de expedir el certificado de permiso de ocupación al que se refiere el Artículo 46 del Decreto 564 de 2009 cuando no se haya instalado el instrumento o instrumentos que se requieren de acuerdo con lo dispuesto en el presente Capítulo del Reglamento.

TÍTULO B — CARGAS

CAPÍTULO B.3 — CARGAS MUERTAS

...

B.3.4.2 — ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES VERTICALES — Los elementos no estructurales verticales son aquellos cuya dimensión vertical es substancialmente mayor que su mínima dimensión horizontal y se encuentran erguidos libremente o soportados por los elementos estructurales verticales o fijados a ellos o anclados solamente a las losas de entrepiso. Tales elementos incluyen, entre otros: fachadas, muros no estructurales, particiones, recubrimiento de muros, enchapes, ornamentación arquitectónica, ventanas, puertas, y ductos verticales de servicios. En las edificaciones en las cuales se puedan disponer particiones, se debe hacer provisión de carga para ellas ya sea que estas figuren o no, en los planos arquitectónicos.

...

CAPÍTULO B.4 — CARGAS VIVAS

...

B.4.2.2 — EMPUJE EN PASAMANOS Y ANTEPECHOS — Las barandas, pasamanos de escaleras y balcones, y barras auxiliares tanto exteriores como interiores, y los antepechos deben diseñarse para que resistan una fuerza horizontal de 1.00 kN/m (100 kgf/m) aplicada en la parte superior de la baranda, pasamanos o antepecho y deben ser capaces de transferir esta carga a través de los soportes a la estructura. Para viviendas unifamiliares, la carga mínima es de 0.4 kN/m. (40 kgf/m). En estadios y coliseos esa carga mínima horizontal de barandas y antepechos no será menor de 2.5 kN/m (250 kgf/m). En estos y otros escenarios públicos las barandas deberán ser sometidas a pruebas de carga, las cuales deben ser dirigidas y documentadas por el Supervisor Técnico Independiente antes de ser puestas en servicio.

Las barandas intermedias (todas excepto los pasamanos) y paneles de relleno se deben diseñar para soportar una carga normal aplicada horizontalmente de 0.25 kN (25 kgf) sobre un área que no exceda 0.3 m de lado, incluyendo aberturas y espacios entre barandas. No es necesario superponer las acciones debidas a estas cargas con aquellas de cualquiera de los párrafos precedentes.

Los sistemas de barreras para vehículos, en el caso de automóviles de pasajeros, se deben diseñar para resistir una única carga de 30 kN (3000 kgf) aplicada horizontalmente en cualquier dirección al sistema de barreras, y debe tener anclajes o uniones capaces de transferir esta carga a la estructura. Para el diseño del sistema, se debe suponer que la carga va a actuar a una altura mínima de 0.5 m por encima de la superficie del piso o rampa sobre un área que no exceda 0.3 m de lado, y no es necesario suponer que actuará conjuntamente con cualquier carga para pasamanos o sistemas de protección especificada en los párrafos precedentes. Las cargas indicadas no incluyen sistemas de barreras en garajes para vehículos de transporte público y camiones; en estos casos se deben realizar los análisis apropiados que contemplen estas situaciones.

TÍTULO G — ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA

CAPÍTULO G.6 — UNIONES

G.6.13.4 — Todos los elementos metálicos utilizados en uniones empernadas construidas con maderas húmedas o sometidas a condiciones ambientales desfavorables deberán tener un tratamiento anticorrosivo,

correspondiente con la Tabla G.6.4-2. Este tratamiento también será recomendado cuando por consideraciones arquitectónicas no se desee la aparición de óxido en las superficies de la madera.

CAPÍTULO G-11 — PREPARACIÓN, FABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN, MONTAJE Y MANTENIMIENTO

G.11.4.8 — PROTECCIÓN CONTRA SISMOS — Para lograr que las construcciones de madera tengan una adecuada protección contra sismos es preciso que:

(k) El diseño arquitectónico cumpla los siguientes requisitos de carácter estructural.

- (1) Que todos los elementos de la construcción estén debidamente unidos entre sí y la estructura anclada a la cimentación.
- (2) Que la distribución de los muros en planta sea tal que la longitud de éstos en cada dirección permita resistir los esfuerzos producidos por el sismo.
- (3) Que la cubierta no sea muy pesada con relación al resto de la estructura.

...

G.11.4.10 — INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS — Las instalaciones hidráulicas y sanitarias, deberán cumplir los reglamentos de construcción vigentes. El diseño de las redes de agua potable fría y caliente, aguas lluvias y redes de aguas negras y ventilación deberá tener en cuenta el sistema constructivo y estructural. Se tendrá cuidado de no debilitar las secciones de madera estructural para lo cual se deberán ceñir estrictamente a G.3.4.3.1, referente a, especificaciones de cajas en elementos a flexión madera aserrada. Las tuberías de aguas negras en las baterías sanitarias deberán ser instaladas a lo largo de las vigas para no abrir cajas ni perforaciones en ellas, pero si ello no es posible, las tuberías deberán ser instaladas o por encima de las vigas, viguetas y piso, construyendo un sobre piso, con terminado en madera o baldosa. El diseño arquitectónico deberá contemplar ductos para bajantes de tuberías sanitarias, de ventilación y de lluvias. También se podrá contemplar la posibilidad de colocar las tuberías de las baterías sanitarias, por debajo de los elementos de entrepiso, para luego colocar un falso techo de acuerdo con la figura G.11-1. Se recomienda revestir la tubería sanitaria con lana de vidrio, para evitar ruidos por el escurrimiento del agua. El diseño arquitectónico contemplará la coincidencia de baños en pisos diferentes, para la utilización de la menor cantidad de bajantes, y en un mismo piso la ubicación de baños y cocinas con el mismo objetivo. El diseño hidráulico y sanitario deberá contemplar que en el recorrido de las tuberías no se afecte la estabilidad estructural de la edificación, con cajas y perforaciones innecesarias.

CAPÍTULO G.12 – ESTRUCTURAS DE GUADUA

G.12.12.4.7 — Protección contra sismos — Con el fin de garantizar que una estructura de guadua tenga un adecuado desempeño ante eventos sísmicos se deben seguir las siguientes recomendaciones:

(b) El diseño arquitectónico cumpla con los siguientes requisitos de carácter estructural:

- Que todos los elementos de la construcción estén debidamente unidos entre sí y la estructura anclada a la cimentación.
- Que la distribución de los muros en planta sea tal que la longitud de estos en cada dirección permita resistir los esfuerzos producidos por el sismo.
- Que la cubierta no sea muy pesada con respecto al resto de la estructura.

TÍTULO I — SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

CAPÍTULO I.4 — ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

I.4.3 — PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

I.4.3.1 — CONTROL DE PLANOS — El control de los planos recomendado, para los dos grados de supervisión técnica independiente, debe consistir, como mínimo, en los siguientes aspectos:

- (b) Definición de dimensiones, cotas y niveles,
- (c) Consistencia entre las dimensiones, cotas y niveles,

(d) Consistencia entre las diferentes plantas, alzados, cortes, detalles y esquemas,

...

(h) Coordinación de los planos arquitectónicos con los demás planos técnicos,

(i) Definición en los planos arquitectónicos del grado de desempeño de los elementos no estructurales,

(j) En general, la existencia de todas las indicaciones necesarias para poder realizar la construcción de una forma adecuada con los planos del proyecto.

...

TÍTULO J — REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES

CAPÍTULO J.2 — REQUISITOS GENERALES PARA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LAS EDIFICACIONES

J.2.1 — ALCANCE

J.2.1.1 -- A continuación, se presentan los requisitos generales de configuración arquitectónica, estructural, eléctrica e hidráulica necesarios para la protección contra incendios en edificaciones y las especificaciones mínimas que deben cumplir los materiales utilizados con el propósito de proteger contra la propagación del fuego en el interior y hacia estructuras aledañas.

TÍTULO K — REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

CAPÍTULO K.1 — GENERALIDADES, PROPÓSITO Y ALCANCE

K.1.1 — GENERALIDADES

K.1.1.1 — PROPÓSITO — El propósito del Título K es el de definir parámetros y especificaciones arquitectónicas y constructivas tendientes a la seguridad y la preservación de la vida de los ocupantes y usuarios de las distintas edificaciones cubiertas por el alcance del presente Reglamento.

CAPÍTULO K.3 — REQUISITOS PARA ZONAS COMUNES

K.3.2.1 — GENERAL — Toda edificación debe poseer en sus zonas comunes, salidas que, por su número, clase, localización y capacidad, sean adecuadas para una fácil, rápida y segura evacuación de todos los ocupantes en caso de incendio u otra emergencia, de acuerdo con la clase de ocupación, el número de ocupantes, los sistemas de extinción de incendios, altura y superficie de la edificación.

K.3.2.2.1 — Disposición de salidas — Los planos arquitectónicos que se presenten para la solicitud de licencia de construcción deben mostrar, en cumplimiento del presente Capítulo del Reglamento, con suficiente detalle, la localización, construcción, tamaño y tipo de todas las salidas, además de la disposición de pasillos, corredores y pasadizos relacionados con las mismas.

K.3.2 — REQUISITOS GENERALES

K.3.2.2 — PLANOS Y ESPECIFICACIONES

K.3.2.2.2 — Número de ocupantes — Los planos arquitectónicos que se presenten para la solicitud de licencia de construcción de todas las edificaciones clasificadas dentro de los Grupos Comercial (C), Lugares de reunión (L), Institucional (I), Fabril e Industrial (F) y Alta Peligrosidad (P), deben indicar el número de personas previstos para la ocupación de cada piso, habitación o espacio.

...

K.3.2.7 — SISTEMAS DE EVACUACIÓN PARA DISCAPACITADOS — Toda obra se deberá proyectar y construir de tal forma que facilite el ingreso, egreso y la evacuación de emergencia de las personas con movilidad reducida, sea ésta temporal o permanente. Así mismo se debe procurar evitar toda clase de barrera física en el diseño y ejecución de las vías en la construcción o restauración de edificios de propiedad pública o privada.

...

K.3.4 — NUMERO DE SALIDAS

K.3.4.1 — GENERAL — Las salidas y los medios de evacuación deben diseñarse y localizarse de manera que la seguridad no dependa únicamente de uno solo de estos medios, y proveerse de dispositivos de seguridad para evitar que cualquier medio único de salida sea ineficiente debido a alguna falla humana o mecánica.

...

K.3.5 — ACCESOS A LAS SALIDAS

K.3.5.1 — GENERAL — Los siguientes son los requisitos generales que deben cumplir los accesos a las salidas.

K.3.6 — DISTANCIA DE RECORRIDO HASTA UNA SALIDA

...

K.3.8 — MEDIOS DE SALIDA

K.3.8.1.2 — Toda salida debe desembocar directamente a la calle, a un espacio abierto o a un área de refugio no obstruible por fuego, humo u otra causa, y tener dimensiones tales que aseguren la evacuación de los ocupantes.

...

K.3.11 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN ALMACENAMIENTO (A)

...

K.3.12 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN COMERCIAL (C)

...

K.3.13 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN FABRIL E INDUSTRIAL (F)

...

K.3.13.2 — DISTANCIA DEL RECORRIDO — En edificaciones industriales con riesgos leves o altos, y en ocupaciones industriales generales y especiales, que requieran áreas de piso no divididas y distancias de recorrido superiores a 60 m, la movilización a las salidas debe efectuarse por medio de escaleras que conduzcan a través de muros cortafuego o de túneles de evacuación a prueba de humo, pasajes elevados o salidas horizontales. Cuando sea imposible proveer estos dispositivos puede permitirse el uso de distancias hasta de 90 m a la salida más próxima, siempre que en conjunto se observen los siguientes requisitos adicionales:

...

K.3.13.2.4 — Provisión de ventilación por medios mecánicos o en virtud de una apropiada configuración arquitectónica de la edificación que evite que dentro de un espacio de 1.80 m del nivel, los ocupantes se vean afectados por los humos o gases provenientes del fuego, antes de llegar a las salidas.

...

K.3.14 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN INSTITUCIONAL (I)

K.3.15 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN LUGARES DE REUNIÓN (L)

K.3.16 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN MIXTO (M)

K.3.17 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN ALTA PELIGROSIDAD (P)

K.3.18 — REQUISITOS ESPECÍFICOS PARA EDIFICACIONES PERTENECIENTES AL GRUPO DE OCUPACIÓN RESIDENCIAL (R)

6. RESPONSABILIDADES

6.1. DIVISIÓN DE LA RESPONSABILIDAD DE LOS PROFESIONALES Y DEL PROPIETARIO

6.1.1. En la Ley 400 de 1997

Se transcribe de la Ley 400 de 1997 (modificada por medio de la Ley 1229 de 2008, el Decreto-Ley 19 de 2012 y la Ley 1796 de 2016) donde se mencionan responsabilidades:

TÍTULO II – DEFINICIONES

Artículo 4 – Definiciones – Para los efectos de esta ley se entiende por:

9 – Constructor: Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería, bajo cuya responsabilidad se adelanta la construcción de una edificación.

11 – Diseñador Arquitectónico: Es el Arquitecto bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos arquitectónicos de la edificación y quien los firma o rotula.

12 – Diseñador de los elementos no estructurales: Es el profesional, facultado para ese fin, bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos de los elementos no estructurales de la edificación y quien lo firma o rotula.

13 – Diseñador Estructural: Es el Ingeniero Civil, facultado para ese fin, bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos estructurales de la edificación, y quien los firma o rotula.

22 – Ingeniero Geotecnista: Es el Ingeniero Civil, quien firma el estudio geotécnico y, bajo cuya responsabilidad se realizan los estudios geotécnicos o de suelos, por medio de los cuales se fijan los parámetros de diseño de la cimentación, los efectos de amplificación de la onda sísmica causados por el tipo y estratificación del suelo subyacente a la edificación, y la definición de los parámetros del suelo que se deben utilizar en la evaluación de los efectos de interacción suelo-estructura.

32 – Revisor de los diseños: Es el Ingeniero Civil diferente del diseñador e independiente laboralmente de él, que tiene la responsabilidad de revisar los diseños estructurales y estudios geotécnicos, o el Arquitecto o Ingeniero Civil o Mecánico que revisa los diseños de elementos no estructurales, para constatar que la edificación propuesta cumple con los requisitos exigidos por esta Ley y sus reglamentos.

41 – Supervisor Técnico: Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica. Parte de las labores de supervisión puede ser delegada por el supervisor en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y su responsabilidad. La Supervisión técnica puede ser realizada por el mismo profesional que efectúa la interventoría.

TÍTULO III – DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

CAPITULO I – RESPONSABILIDADES

Artículo 6 – Responsabilidad de los Diseñadores – La responsabilidad de los diseños de los diferentes elementos que componen la edificación, así como la adopción de todas las medidas necesarias para el cumplimiento en ellos del objetivo de las normas de esta Ley y sus reglamentos, recae en los profesionales bajo cuya dirección se elaboran los diferentes diseños particulares.

Parágrafo 1 – La "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes" de conformidad con lo establecido en el Artículo 39 de la presente Ley, establecerá el contenido mínimo de los planos, memorias y estudios de los diferentes diseños, así como sus especificaciones.

Parágrafo 2 – Todos los diseños deben ir firmados o rotulados con sello seco registrado por profesionales matriculados y facultados para este fin, que cumplan las calidades y requisitos indicados en el Capítulo 2 del Título VI, quienes obrarán como responsables.

Parágrafo 3 – Todos los diseños deben contemplar las normas sobre la eliminación de barreras arquitectónicas para las personas discapacitadas y de tercera edad.

CAPITULO II – OTROS MATERIALES Y MÉTODOS ALTERNOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Artículo 10 – Métodos alternos de análisis y diseño – Se permite el uso de métodos de análisis y diseño estructural diferentes a los prescritos por esta Ley y sus reglamentos, siempre y cuando el diseñador estructural presente evidencia que demuestre que la alternativa propuesta cumple con sus propósitos en cuanto a seguridad, durabilidad y resistencia, especialmente sísmica, y además se sujete a unos de los procedimientos siguientes:

1 – Presentar con los documentos necesarios para la obtención de la licencia de construcción de la edificación, la evidencia demostrativa y un memorial en el cual inequívocamente acepta la responsabilidad sobre las metodologías de análisis y diseño alternas, o

2 – Obtener una autorización previa de la "Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes", de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 14, que le permita su utilización, sujeto al régimen de responsabilidades establecido en la presente Ley y sus reglamentos.

Artículo 11 – Métodos alternos de construcción – Se permite el uso de métodos alternos de construcción y de materiales cubiertos, pero cuya metodología constructiva sea diferente a la prescrita por estos, siempre y cuando el diseñador estructural y el constructor, presenten, en conjunto, un memorial en el cual inequívocamente aceptan las responsabilidades que se derivan de la metodología alterna de construcción.

TÍTULO IV – REVISIÓN DE LOS DISEÑOS

Artículo 15 – Obligatoriedad – El Curador o las oficinas o las dependencias Distritales o Municipales a cargo de la expedición de las licencias, deben constatar previamente que la edificación propuesta cumple los requisitos exigidos por la presente Ley y sus reglamentos, mediante la revisión de los planos, memorias y estudios de los diferentes diseños mencionados en el Título III.

Parágrafo – La revisión de los diseños estructurales de las edificaciones cuyo predio o predios permitan superar más de dos mil (2.000) metros cuadrados de área construida, independientemente de su uso, será realizada a costo de quien solicita la licencia, con un profesional particular, calificado para tal fin, de conformidad con los requisitos establecidos en el Capítulo III, Título VI de esta ley, diferente del diseñador e independiente laboralmente de él, el cual luego de corregidos los ajustes solicitados mediante el Acta de Observaciones emitida por el curador urbano o la dependencia de la administración municipal o distrital encargada de la expedición de licencias de construcción, por medio de un memorial dirigido a ésta certifica el alcance de la revisión efectuada, el cumplimiento de las normas de la presente ley y sus decretos reglamentarios y firmará los planos y demás documentos técnicos como constancia de haber efectuado la revisión.

...

La revisión de los diseños estructurales de las edificaciones cuyo predio o predios no permitan superar más de dos mil (2.000) metros cuadrados de área construida, independientemente de su uso, deberá cumplir con la totalidad de las normas previstas en la presente ley y sus decretos reglamentarios, recayendo la responsabilidad sobre el diseñador estructural, el propietario del predio o el fiduciario o el constructor en el caso de los patrimonios autónomos titulares de los derechos de dominio que hayan sido designados en el respectivo contrato de fiducia, de conformidad con lo previsto en la ley al respecto, y el titular de la licencia de construcción. Sin perjuicio de lo anterior, durante el trámite de la licencia se hará una revisión del proyecto estructural por parte de los encargados de estudiar y expedir las licencias.

...

TÍTULO V – SUPERVISIÓN TÉCNICA DE LA CONSTRUCCIÓN

Artículo 18 – Obligatoriedad – Las edificaciones cuyo predio o predios permitan superar más de dos mil (2.000) metros cuadrados de área construida, independientemente de su uso, deberá someterse a una supervisión técnica independiente del constructor, de acuerdo con lo establecido en este título y en los decretos reglamentarios correspondientes.

Las edificaciones cuyo predio o predios no permitan superar más de dos mil (2.000) metros cuadrados de área construida, independientemente de su uso, deberá ejecutarse conforme lo aprobado en la licencia de construcción recayendo la responsabilidad sobre el constructor, diseñador estructural, y quienes hayan ostentado la titularidad del predio y de la licencia de construcción. En los casos en que en virtud de la existencia de un patrimonio autónomo sea el fiduciario quien ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

...

Parágrafo 1 – Corresponde al Gobierno nacional definir las funciones, alcance, procedimientos, documentos y responsabilidades relacionados con la supervisión técnica de que trata la presente ley.

...

Parágrafo 3 – La supervisión de que trata este artículo se exigirá sin perjuicio de la obligación que tiene el constructor de realizar todos los controles de calidad que esta ley y sus reglamentos exigen para garantizar que la edificación se ejecute de conformidad con los planos, diseños y especificaciones técnicas aprobados en la respectiva licencia. Para ello, el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotecnista responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor y/o el supervisor técnico. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en el proceso de supervisión de la obra.

...

Artículo 19 – Edificaciones que no requieren supervisión técnica – En aquellas edificaciones que, de conformidad con el artículo anterior, están exentas de supervisión técnica independiente, el constructor tiene la obligación de realizar los controles mínimos de calidad que esta ley y sus reglamentos exigen para garantizar que la edificación se ejecute de conformidad con los planos, diseños y especificaciones técnicas aprobadas en la respectiva licencia. Para ello, el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotecnista responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en el proceso de ejecución de la obra.

...

Artículo 22 – Calidades de supervisor técnico – El Supervisor Técnico debe ser un profesional que reúna las calidades exigidas en el Capítulo V del Título VI de la presente Ley. El profesional podrá, bajo su responsabilidad delegar en personal no profesional algunas de las labores de la supervisión.

TÍTULO IX — RESPONSABILIDADES Y SANCIONES

Artículo 50 – Profesionales y funcionarios – Los profesionales que adelanten o permitan la realización de obras de construcción sin sujetarse a las prescripciones, normas y disposiciones previstas en la presente Ley y sus reglamentos, incurrirán en violación del Código de Ética Profesional y podrán ser sancionados por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura, o los Colegios Profesionales correspondientes, o aquel del cual dependan, con la suspensión o la cancelación de la matrícula profesional, según sea el caso, en la forma prevista en la Ley, sin perjuicio de las demás acciones civiles y penales a que haya lugar.

Parágrafo – En igual sanción incurrirán los profesionales de las dependencias oficiales que autoricen de cualquier forma la realización de obras de construcción sin sujetarse a las prescripciones, normas y disposiciones de la presente Ley y sus reglamentos. Además, tales funcionarios, y aquellos que, sin tener la condición de Ingeniero o Arquitecto, las autoricen, incurrirán en causal de mala conducta, sanción de suspensión o destitución, según sea el caso, sin perjuicio de las demás acciones civiles y penales a que haya lugar.

Artículo 51 – Constructores y propietarios – Los constructores o propietarios que adelanten o autoricen la realización de obras de construcción sin sujetarse a las prescripciones, normas y disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, serán sancionados con multas de un (1) salario mínimo mensual por cada 200 metros cuadrados de área construida de la edificación, por cada metro cuadrado de él, que transcurra sin que se hayan tomado las medidas correctivas o la demolición de la construcción, o la porción de ella que viole lo establecido en la presente Ley y sus reglamentos. Estas multas serán exigibles por la jurisdicción contenciosa. Lo anterior, sin perjuicio de las demás acciones civiles y penales a que haya lugar.

Artículo 52 – Alcaldías – Las Alcaldías, Juntas Secretarías o Departamentos Administrativos correspondientes, podrán ordenar la demolición de las construcciones que se adelanten sin cumplimiento de las prescripciones, normas y disposiciones que esta Ley y sus reglamentos establecen, sin perjuicio de las demás sanciones que prevean las disposiciones legales o reglamentarias.

6.1.2. En el Reglamento NSR-10

Se transcribe del Reglamento NSR-10 (expedido inicialmente por medio del Decreto 926 de 2010 y modificado posteriormente por medio de los Decretos 25 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012 y 945 de 2017):

A.1.3.6.5 – El constructor quien suscribe la licencia de construcción debe:

- (a) Recopilar los diseños de los diferentes elementos no estructurales y sus características y documentación de aquellos que se acojan a lo permitido en A.1.5.1.2, para presentarlos en una sola memoria ante la Curaduría u oficina o dependencia encargada de estudiar, tramitar, y expedir las licencias de construcción.
- (b) Los diferentes diseños de los elementos no estructurales deben ser firmados por el Constructor que suscribe la licencia, indicando así que se hace responsable que los elementos no estructurales se construyan de acuerdo con lo diseñado, cumpliendo con el grado de desempeño especificado.

A.1.3.13 – CONSTRUCCIÓN RESPONSABLE AMBIENTALMENTE – Las construcciones que se adelanten en el territorio nacional deben cumplir con la legislación y reglamentación nacional, departamental y municipal o distrital respecto al uso responsable ambientalmente de materiales y procedimientos constructivos. Se deben utilizar adecuadamente los recursos naturales y tener en cuenta el medio ambiente sin producir deterioro en él y sin vulnerar la renovación o disponibilidad futura de estos materiales. Esta responsabilidad ambiental debe desarrollarse desde la etapa de diseño y aplicarse y verificarse en la etapa de construcción, por todos los profesionales y demás personas que intervengan en dichas etapas. Véase el Título 7 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, y la Resolución 549 de 2015 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

A.1.3.14 – RÉGIMEN DE RESPONSABILIDAD DE LOS PROFESIONALES – De conformidad con lo establecido en los artículos 2060 y 2061 del Código Civil, los artículos 4, 15, 18 y 19 de la Ley 400 de 1997, estos tres últimos modificados por los artículos 3, 4 y 5 de la Ley 1796 de 2016, respectivamente, la responsabilidad de los diseños o estudios, construcción y supervisión técnica independiente de los diferentes elementos que componen la edificación, así como la adopción de todas las medidas necesarias para el cumplimiento del presente Reglamento NSR-10, recae en los profesionales que elaboran los diferentes diseños y quienes adelanten las funciones de revisión independiente, construcción y supervisión técnica independiente,

según las definiciones contenidas en el capítulo A.13 del presente Reglamento NSR-10, o la norma que la adicione, modifique o sustituya.

En caso, de que la edificación perezca o amenace ruina, por vicios del diseño, revisión independiente, construcción y/o supervisión técnica independiente, los profesionales que adelanten tales labores además de la responsabilidad disciplinaria contenida en la Ley 842 de 2003 modificada por la Ley 1325 de 2009 para el caso de ingenieros; y la Ley 435 de 1998 para el caso de los arquitectos, podrán ser vinculados a las investigaciones que en materia civil y penal se adelanten, por las actuaciones u omisiones en el desarrollo del proyecto.

A.1.4.2 — SISTEMAS PREFABRICADOS — De acuerdo con lo establecido en el Artículo 12 de la Ley 400 de 1997, se permite el uso de sistemas de resistencia sísmica que estén compuestos, parcial o totalmente, por elementos prefabricados, que no estén cubiertos por este Reglamento, siempre y cuando cumpla uno de los dos procedimientos siguientes:

- (a) Cumplan los criterios de diseño sísmico presentados en A.3.1.7, o
- (b) Se obtenga una autorización previa de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes de acuerdo con los requisitos y responsabilidades establecidas en el Artículo 14 de la Ley 400 de 1997.

A.1.5.1 — DISEÑADOR RESPONSABLE — La responsabilidad de los diseños de los diferentes elementos que componen la edificación recae en los profesionales bajo cuya dirección se elaboran los diferentes diseños particulares. Se presume, que cuando un elemento figure en un plano o memoria de diseño, es porque se han tomado todas las medidas necesarias para cumplir el propósito del Reglamento y por lo tanto el profesional que firma o rotula el plano es el responsable del diseño correspondiente.

A.1.5.1.1 Deben consultarse en el Título II de la Ley 400 de 1997, así como en el Capítulo A.13 de este Reglamento, las definiciones de constructor, diseñador arquitectónico, diseñador estructural, ingeniero geotecnista, propietario y supervisor técnico independiente, para efectos de la asignación de las responsabilidades correspondientes.

A.1.5.1.2 — En aquellos casos en los cuales en los diseños se especifican elementos cuyo suministro e instalación se realiza por parte de su fabricante o siguiendo sus instrucciones, el diseñador puede limitarse a especificar en sus planos, memorias o especificaciones, las características que deben cumplir los elementos, y la responsabilidad de que se cumplan estas características recae en el constructor que suscribe la licencia de construcción y este cumplimiento debe ser verificado por el supervisor técnico independiente cuando la edificación deba contar con su participación según A.1.3.9.

A.1.5.3.2 — Memorias de otros diseños — Las justificaciones para el grado de desempeño de los elementos no estructurales deben consignarse en una memoria. Esta memoria debe ser elaborada por el profesional responsable de los diseños, ya sea el arquitecto o el diseñador de los elementos no estructurales, y los diseñadores hidráulicos, eléctricos, mecánicos o de instalaciones especiales. Véase A.1.3.6. Igualmente debe contarse con una memoria de las especificaciones sobre materiales, elementos estructurales, medios de ingreso y egreso y sistemas de detección y extinción de incendios relacionadas con la seguridad a la vida, de acuerdo con los Títulos J y K de este Reglamento.

A.1.6 — OBLIGATORIEDAD DE LAS NORMAS TÉCNICAS CITADAS EN EL REGLAMENTO

A.1.6.1— NORMAS NTC — Las Normas Técnicas Colombianas NTC, citadas en el presente Reglamento, hacen parte de él. Las normas NTC son promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, único organismo nacional de normalización reconocido por el gobierno de Colombia.

A.1.6.2 — OTRAS NORMAS — En aquellos casos en los cuales no exista una norma NTC se acepta la utilización de normas de la Sociedad Americana de Ensayo y Materiales (American Society for Testing and Materials — ASTM) o de otras instituciones, las cuales también hacen parte del Reglamento cuando no exista la correspondiente norma NTC.

A.1.6.3 — REFERENCIAS — Al lado de las normas NTC se ha colocado entre paréntesis una norma de la ASTM o de otra institución. Esto se hace únicamente como referencia y la norma obligatoria siempre será la norma NTC. Esta norma de referencia corresponde a una norma ASTM, o de otra institución, que es compatible con los requisitos correspondientes del Reglamento, y no necesariamente corresponde a la norma de antecedente de la norma NTC. Las normas de antecedente de las normas NTC son las que se encuentran consignadas en el texto de la misma norma.

A.3.8.2 — En el diseño y construcción de estructuras aisladas sísmicamente en su base, se deben cumplir los requisitos de los Artículos 10 y 11 de la Ley 400 de 1997, asumiendo el diseñador estructural y el constructor las responsabilidades que allí se indican.

A.3.9.2 — En el diseño y construcción de estructuras que tengan elementos disipadores de energía, se deben cumplir los requisitos de los Artículos 10 y 11 de la Ley 400 de 1997, asumiendo el diseñador estructural y el constructor las responsabilidades que allí se indican.

A.5.1.5 — El ingeniero diseñador debe asegurarse que los procedimientos de análisis dinámico, manuales o electrónicos, que utilice, cumplen los principios de la mecánica estructural y en especial los requisitos del presente Capítulo. El Reglamento no exige un procedimiento determinado y deja en manos del diseñador su selección y por ende la responsabilidad de que se cumplan los principios enunciados aquí. Es responsabilidad del diseñador garantizar que los procedimientos electrónicos, si son utilizados, describan adecuadamente la respuesta dinámica de la estructura tal como la prescriben los requisitos del presente Capítulo.

A.8.1.2 — RESPONSABILIDAD DEL DISEÑO — El diseño, ante las solicitudes establecidas por el presente Reglamento en el Título A o en el Título B, de todo elemento estructural que figure dentro de los planos estructurales, es responsabilidad del diseñador estructural. Dentro de estos elementos se incluyen los elementos mencionados en A.8.1.1.

A.9.2.2 — CLASIFICACION EN UNO DE LOS GRADOS DE DESEMPEÑO — La edificación debe clasificarse dentro de uno de los tres grados de desempeño de los elementos no estructurales definidos en A.9.2.1. Este grado de desempeño no puede ser inferior al mínimo permisible fijado en A.9.2.3. El propietario de la edificación, de manera voluntaria, puede exigir que los diseños se realicen para un grado de desempeño mejor que el mínimo exigido, comunicándolo por escrito a los diseñadores. En ausencia de esta comunicación, los diseñadores solo están obligados a cumplir con el grado mínimo permisible fijado en A.9.2.3.

A.9.3 — RESPONSABILIDADES

A.9.3.1 — DEL DISEÑADOR RESPONSABLE — La responsabilidad del diseño sísmico de los elementos no estructurales recae en los profesionales bajo cuya dirección se elaboran los diferentes diseños particulares. Se presume que el hecho de que un elemento no estructural figure en un plano o memoria de diseño, es porque se han tomado todas las medidas necesarias para cumplir el grado de desempeño apropiado y por lo tanto el profesional que firma o rotula el plano se hace responsable de que el diseño se realizó para el grado de desempeño apropiado. El constructor quien suscribe la licencia de construcción debe cumplir lo indicado en A.1.3.6.5 y es el responsable final de que los diseños de los elementos estructurales se hayan realizado adecuadamente y que su construcción se realice apropiadamente.

A.9.3.1.1 — En aquellos casos en los cuales en los diseños se especifican elementos no estructurales cuyo suministro e instalación se realiza por parte de su fabricante, el diseñador se debe limitar a especificar en sus planos, memorias o especificaciones, el grado de desempeño que deben cumplir los elementos. El constructor que suscribe la licencia de construcción debe cumplir también en estos casos lo indicado en A.1.3.6.5.

A.9.3.2 — DEL SUPERVISOR TÉCNICO INDEPENDIENTE — El supervisor técnico debe verificar que la construcción e instalación de los elementos no estructurales se realice siguiendo los planos y especificaciones correspondientes. En aquellos casos en los cuales en los documentos de diseño (planos, memorias y especificaciones) sólo se indica el grado de desempeño requerido, es responsabilidad del supervisor técnico el verificar que los elementos no estructurales que se instalen en la edificación, efectivamente estén en capacidad de cumplir el grado de desempeño especificado por el diseñador.

A.9.3.3 — COORDINACIÓN ENTRE DISEÑOS DE ELEMENTOS QUE HACEN PARTE DE DIFERENTES SISTEMAS — La responsabilidad de la coordinación entre los diferentes diseños recae en el profesional que figura como diseñador arquitectónico en la solicitud de licencia de construcción. El profesional que realice la coordinación debe tomar todas las precauciones necesarias para que el diseño resultante de cada uno de los elementos no estructurales, realizado por profesionales diferentes a él, no afecte el desempeño de elementos diseñados por otros profesionales.

A.10.1.3.6 — Reparación de edificaciones dañadas por sismos — Los requisitos del Capítulo A.10 y en especial los de A.10.10 deben ser empleados en la reparación de edificaciones que hayan sufrido daños moderados a severos en su estructura, o daños moderados a severos en sus elementos no estructurales, o ambos, y que no hayan sido designadas como de obligatoria demolición total por la autoridad competente o por el censo que se realice para ese efecto con posterioridad a la ocurrencia del sismo, según sea el caso.

A.10.1.7 — CRITERIO Y RESPONSABILIDAD DEL INGENIERO — El tipo de diseño a que hace referencia en su alcance este documento exige el mejor criterio y experiencia por parte del ingeniero que lo lleva a cabo, dado que el diseñador se hace responsable, dentro del mismo alcance que tiene esa responsabilidad en el presente Reglamento, de la correcta aplicación de los requisitos del Reglamento y del comportamiento de la edificación en el futuro.

A.11.1.3 — LOCALIZACIÓN — La definición de la localización de los instrumentos sísmicos acelerográficos dentro de las edificaciones es responsabilidad del Ingeniero que realice el diseño estructural del proyecto, atendiendo las recomendaciones dadas en la presente sección y en A.11.1.4. La localización de los instrumentos debe estar comprendida dentro de uno de los siguientes tipos:

A.11.1.5 — COSTOS — Los diferentes costos en que se incurre en la instrumentación de una edificación se distribuyen de la siguiente manera:

...

(d) Costo de la vigilancia del instrumento — Los costos de vigilancia de los instrumentos correrán por cuenta de los propietarios de la edificación donde se encuentren localizados, sean éstos de su propiedad o no. Los propietarios son responsables del instrumento para efectos de su seguridad, y deben adquirir y mantener una póliza de seguros, la cual debe cubrir el costo de reposición del instrumento en caso de hurto, sustracción u otra eventualidad.

...

CAPÍTULO A.13 — DEFINICIONES GENERALES DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 Y NOMENCLATURA DEL TÍTULO A

A.13.1 — DEFINICIONES

(Nota: Este capítulo está transcrito en el Apéndice II de la presente Resolución. Deben estudiarse las siguientes definiciones en las cuales se fijan responsabilidades: Constructor; Diseñador arquitectónico; Diseñador de los elementos no estructurales; Diseñador estructural; Ingeniero geotecnista; Interventor; Planos finales de cimentación y estructura de la obra (Planos récord); Propietario; Sello seco registrado y Supervisor técnico independiente).

...

APÉNDICE A-6 — DE LA REVISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES

A-6.2 — ASPECTOS GENERALES SOBRE LOS REVISORES INDEPENDIENTES DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES

...

A-6.2.1 — ESCOGENCIA DEL REVISOR INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El profesional independiente revisor de los diseños estructurales será escogido de manera autónoma por el solicitante de la licencia. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o sea el solicitante de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de escoger al revisor independiente de los diseños estructurales.

...

A-6.2.3 — COSTO DE LA REVISIÓN INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES — El costo de la revisión de los diseños estructurales efectuada por el profesional independiente, será asumida por el solicitante de la licencia. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o sea el solicitante de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

...

A-6.4 — RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS ENTRE EL DISEÑADOR ESTRUCTURAL Y EL REVISOR INDEPENDIENTE DE LOS DISEÑOS ESTRUCTURALES

A-6.4.3 — Labor del solicitante de la licencia — El solicitante de la licencia será el encargado de dirigir la Resolución cordial de diferencias y reunir al diseñador estructural y al revisor independiente de los diseños estructurales, con el fin de dirimir las diferencias existentes sobre los planos y memorias del diseño estructural de la edificación. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o sea el solicitante de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

...

A-6.4.6 — Responsabilidad — El diseñador estructural y el revisor independiente de los diseños estructurales serán responsables solidariamente por los acuerdos logrados en el Acta de Resolución.

...

A-6.4.8 — Tribunal de revisión por pares — En caso de no lograrse un acuerdo en la Resolución cordial de diferencias, las mismas serán resueltas por un grupo que se denominará Tribunal de revisión por pares compuesto por tres (3) revisores estructurales, los cuales deben contar con la calidad, experiencia, idoneidad y conocimientos profesionales para realizar la labor de revisión de diseños estructurales.

...

A-6.4.9.1.5 — Honorarios de los árbitros que hacen parte del Tribunal de revisión por pares — Cada uno de los profesionales en disputa asumirá el costo de los honorarios del revisor estructural designado. Los honorarios del tercer revisor estructural serán pagados por el solicitante de la licencia. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o sea el solicitante de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación. El monto de los honorarios será una quinta parte (1/5) del establecido por la Resolución 0015 de 2015 de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, o la norma que la adicione, modifique o sustituya, para la labor de revisión de diseños estructurales.”

...

B.3.6 — CONSIDERACIONES ESPECIALES

Los propietarios que participen en la construcción y la supervisión técnica independiente, y el propietario de la edificación, deben ser conscientes de los valores de las cargas muertas utilizadas en el diseño y tomar las precauciones necesarias para verificar en la obra que los pesos de los materiales utilizados no superen los valores usados en el diseño. Es responsabilidad de quien suscribe como constructor la licencia de construcción el cumplimiento de este requisito. Véase A.1.3.6.5.

...

Tabla B.4.2.1-2 — Cargas vivas mínimas en cubiertas, azoteas y terrazas

(A) Cubiertas, azoteas y terrazas planas con acceso totalmente limitado al personal de mantenimiento y a través de un acceso (puerta, reja, o trampa) que permanezca siempre cerrada con llave, u otro elemento de seguridad equivalente, que esté bajo custodia y responsabilidad del propietario del inmueble o de su administrador. Esta limitación debe quedar consignada en el reglamento de copropiedad cuando se trata de copropiedades. Cualquier modificación a este tipo de acceso requiere licencia de construcción y constituirá un cambio de uso con las implicaciones correspondientes.

...

B.4.8.2 — CARGA POR EMPOZAMIENTO DE AGUA

B.4.8.2.1 — El proyecto hidráulico de la edificación debe incluir el diseño del sistema de drenaje de la cubierta y del sistema auxiliar de evacuación del exceso de agua y definir el volumen de agua que pueda acumularse antes de que el sistema auxiliar de drenaje del exceso opere. Es responsabilidad del constructor que suscribe la licencia de construcción aprobar el proyecto hidráulico y asegurarse de que los sistemas de drenaje normal y auxiliar sean apropiados y de suministrar la información acerca del volumen de agua que pueda acumularse al diseñador estructural.

TÍTULO C — CONCRETO ESTRUCTURAL

CAPÍTULO C.1 — REQUISITOS GENERALES

...

C.1.3 — Supervisión técnica independiente

C.1.3.1 — Las construcciones de concreto deben ser inspeccionadas de acuerdo con el Título I de la NSR-10. Las construcciones de concreto deben ser inspeccionadas durante todas las etapas de la obra por, o bajo la supervisión de un profesional facultado para diseñar o por un supervisor técnico calificado, exceptuando los casos previstos por la Ley 400 de 1997, caso en el cual el control de calidad de los materiales empleados en la construcción será responsabilidad del constructor.

...

CAPÍTULO C.3 — MATERIALES

...

C.3.1 — Ensayos de materiales

C.3.1.1 — Para asegurarse que los materiales utilizados en la obra sean de la calidad especificada, deben realizarse los ensayos correspondientes sobre muestras representativas de los materiales de la construcción. Cuando se trate de edificaciones que deben someterse a Supervisión Técnica Independiente de acuerdo con lo exigido por la Ley 400 de 1997 el Supervisor Técnico Independiente establecerá un programa de control de calidad de acuerdo con lo exigido en A.1.3.9, en el presente Título C, y en el Título I de la NSR-10. Cuando la edificación no requiere Supervisión Técnica Independiente debe cumplirse lo exigido en el Artículo 19 de la Ley 400 de 1997 siendo responsabilidad del constructor realizar y documentar los controles de calidad de los materiales que exige el Reglamento, los cuales para concreto estructural están contenidos en el presente Título C, además de los exigidos en el Título I del Reglamento. (Véase A.1.3.9.6).

TÍTULO D — MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

...

CAPÍTULO D.4 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL

D.4.5 — REQUISITOS CONSTRUCTIVOS PARA MUROS DE MAMPOSTERÍA

...

D.4.5.12.5 — Cambios — El cambio de posición o de dimensión del refuerzo sólo puede ser autorizado por el responsable del diseño estructural o su delegado.

TÍTULO F — ESTRUCTURAS METÁLICAS

CAPÍTULO F.2 — ESTRUCTURAS DE ACERO CON PERFILES LAMINADOS, ARMADOS Y TUBULARES ESTRUCTURALES

...

F.2.14.1 — ALCANCE — Dentro del alcance del numeral F.2.14, el control de calidad estará a cargo del fabricante y el montador, mientras que la supervisión técnica estará a cargo de otros cuando así sea requerido. Los ensayos no destructivos serán ejecutados por la firma responsable de la supervisión técnica, excepto lo permitido en el numeral F.2.14.7.

TÍTULO G — ESTRUCTURAS DE MADERA Y ESTRUCTURAS DE GUADUA...

...

CAPÍTULO G.2 — BASES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL...

...

G.2.1.5.1 — Las provisiones de diseño estructural dadas en este título, se basan en que los materiales de construcción empleados, cumplen con los estándares de durabilidad, tratamientos, fabricación, procesamiento, instalación, control de calidad y adecuado uso y mantenimiento, mencionados en el capítulo G.11, en el Apéndice G-B y en los capítulos específicos donde se haga referencia a ellos, pero será responsabilidad final del diseñador los planteamientos de diseño utilizados para los elementos de madera y de sus conexiones en usos particulares

TÍTULO I — SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

CAPÍTULO I.1 — GENERALIDADES

...

I.1.2.1.4 — Obligaciones del constructor — Según lo establecido en el parágrafo 3 del Artículo 18 de la Ley 400 de 1997, modificado por el artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, la supervisión técnica independiente se exigirá sin perjuicio de la obligación que tiene el constructor de realizar todos los ensayos de comprobación técnica de calidad de los materiales y demás controles de calidad que la ley y sus reglamentos exigen para garantizar que la edificación se ejecute de conformidad con los planos, diseños y especificaciones técnicas aprobados en la respectiva licencia. Para ello, el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotecnista responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor y/o el supervisor técnico independiente. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en las actas del proceso de supervisión de la obra.

...

I.1.2.2 — EDIFICACIONES CON UN ÁREA INFERIOR A 2000 m² — De acuerdo con lo requerido por la Ley 400 de 1997 en su artículo 18, modificado por el artículo 4 de la Ley 1796 de 2016, las edificaciones con un área construida inferior a dos mil metros cuadrados (2000 m²), independientemente de su uso, deberán ejecutarse conforme a lo aprobado en la licencia de construcción recayendo la responsabilidad sobre el constructor, diseñador estructural, y quienes hayan ostentado la titularidad del predio y de la licencia de construcción. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

I.1.2.3 — EDIFICACIONES QUE NO REQUIEREN SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE — De acuerdo con el artículo 19 de la Ley 400 de 1997, modificado por el artículo 5 de la Ley 1796 de 2016, en aquellas edificaciones que están exentas de supervisión técnica independiente, el constructor tiene la obligación de realizar los controles mínimos de calidad y los ensayos de comprobación técnica de materiales que esta ley y sus reglamentos exigen para garantizar que la edificación se ejecute de conformidad con los planos, diseños y especificaciones técnicas aprobadas en la respectiva licencia. Para ello, el constructor, durante el desarrollo de la obra, deberá contar con la participación del diseñador estructural del proyecto y del ingeniero geotecnista responsables de los planos y estudios aprobados, quienes deberán atender las consultas y aclaraciones que solicite el constructor. Tales consultas y aclaraciones deberán quedar registradas y documentadas en las actas del proceso de ejecución de la obra.

...

I.1.4.1 — El supervisor técnico independiente es el profesional con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica independiente. Parte de las labores de supervisión pueden ser delegadas por el supervisor técnico independiente en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y responsabilidad. Cuando una persona jurídica realiza simultáneamente las labores de interventoría y supervisión técnica independiente, deberá asignar distintos profesionales en cada labor con el fin de no incurrir en una, o más, de las causales de incompatibilidad prescritas en el artículo 14 de la Ley 1796 de 2016. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).

CAPÍTULO I.2 – ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

...

I.2.2 — DOCUMENTACIÓN DE LAS LABORES DE SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

I.2.2.1 — El supervisor técnico independiente deberá llevar un registro escrito de sus labores en donde se incluyen todos los controles realizados de acuerdo con lo exigido en el presente Capítulo. El registro escrito comprende, como mínimo, los siguientes documentos:

...

(b) El programa de control de calidad exigido por el supervisor técnico independiente de conformidad con este Reglamento NSR-10 y el presente Título I, debidamente confirmado en su alcance por el propietario y el constructor responsable. En los casos en que en virtud de la existencia de un patrimonio autónomo sea el fiduciario quien ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

...

I.2.2.2 — SUSCRIPCIÓN POR PARTE DEL SUPERVISOR TÉCNICO INDEPENDIENTE DE LOS PLANOS FINALES DE CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA OBRA (PLANOS RÉCORD) — Con anterioridad a la expedición del Certificado Técnico de Ocupación, el Supervisor Técnico Independiente debe suscribir los planos finales de cimentación y estructura de la obra (planos récord), (véase su definición en A.13.1), actualizados por el constructor responsable, en los cuales se registra la cimentación y estructura de la edificación tal como quedó construida definitivamente y que incorporan todas las modificaciones que se realizaron en el desarrollo de la obra. Incluyen el estudio geotécnico actualizado cuando hubo variaciones en la cimentación y los planos estructurales de la edificación. El Supervisor Técnico Independiente debe suscribir, antes de emitir el Certificado Técnico de Ocupación, los planos finales de cimentación y estructura de la obra (Planos récord) como constancia de que autorizó las modificaciones realizadas y se abstendrá de hacerlo en los casos en los cuales las modificaciones no hayan sido aprobadas por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente, como una modificación a la licencia de construcción original.

I.2.3 — ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

I.2.3.1 — El alcance de la supervisión técnica independiente debe, como mínimo, cubrir los siguientes aspectos:

(a) Aprobación de un programa de control de calidad de la cimentación, construcción de la estructura y elementos no estructurales de la edificación. Este programa de control de calidad debe ser propuesto por el constructor responsable que suscribe la licencia de construcción. (b) Aprobación del laboratorio, o laboratorios, que realicen los ensayos de control de calidad de los materiales de la estructura.

...

(d) Aprobación de los procedimientos constructivos de la estructura propuestos por el constructor responsable.

...

CAPÍTULO I.3 – IDONEIDAD DEL SUPERVISOR TÉCNICO Y SU PERSONAL AUXILIAR

...

I.3.3.2 — DIRECCIÓN Y RESPONSABILIDAD — El supervisor técnico puede delegar algunas de las labores de supervisión técnica en personal auxiliar, pero siempre bajo su dirección y responsabilidad, según lo establece el Artículo 22 de la Ley 400 de 1997.

...

CAPÍTULO I.4 – ALCANCE DE LA SUPERVISIÓN TÉCNICA INDEPENDIENTE

...

I.4.3.4 — LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES — El supervisor técnico independiente debe aprobar el laboratorio de ensayo de materiales. Es responsabilidad del supervisor técnico independiente asegurarse que el laboratorio cumple con todas las disposiciones legales establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC, y por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

...

I.4.3.7 — CONTROL DE EJECUCIÓN — El supervisor técnico independiente debe inspeccionar directamente, o por medio del personal auxiliar bajo su responsabilidad, como mínimo lo contenido en la Tabla I.4.3-2, según el grado de supervisión técnica independiente requerida en los aspectos relacionados con la construcción de la cimentación, estructura y elementos no estructurales de la edificación. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).

...

I.4.3.8.5 — Remisión de la Certificación Técnica de Ocupación y las actas de supervisión a las autoridades de control urbano — Copia de las actas de la supervisión técnica independiente que se expidan durante el desarrollo de la obra de construcción de la cimentación, la estructura y los elementos no estructurales de la edificación, así como la certificación técnica de ocupación deben ser remitidas por el titular de la licencia de construcción a las autoridades encargadas de ejercer el control urbano en el municipio o distrito y serán de público conocimiento. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

...

CAPÍTULO I.5 – RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS ENTRE EL SUPERVISOR TÉCNICO INDEPENDIENTE Y EL DIRECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

...

I.5.3 — Labor del titular de la licencia — El titular de la licencia será el encargado de dirigir la Resolución cordial de diferencias y reunir al supervisor técnico independiente y al director de construcción, con el fin de dirimir las diferencias existentes sobre la ejecución de la construcción de la edificación. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

...

I.5.6 — Responsabilidad — El supervisor técnico independiente y el director de construcción serán responsables solidariamente por los acuerdos logrados en el Acta de Resolución.

...

I.5.10.6 — Honorarios de los árbitros que hacen parte del Tribunal Arbitral de Supervisión Técnica y Dirección de Construcción — Cada uno de los profesionales en divergencia asumirá el costo de los honorarios del árbitro que nombre. Los honorarios del tercer árbitro serán pagados por el titular de la licencia. El monto de los honorarios será una quinta parte (1/5) del establecido por la Resolución 0015 de 2015, o la norma que la adicione, modifique o sustituya, para la labor de Supervisión Técnica Independiente. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de esta obligación.

TÍTULO J – REQUISITOS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN EDIFICACIONES

CAPÍTULO J.1 – GENERALIDADES

...

J.1.1.3 — La responsabilidad del cumplimiento del Título J - Requisitos de protección contra el fuego en edificaciones y el Título K – Otros requisitos complementarios, recae en el profesional que figura como constructor del proyecto para la solicitud de la licencia de construcción.

J.4.2.8.2 — Grupo R-2 (Residencial multifamiliar) — Las edificaciones clasificadas en el grupo de ocupación Residencial Multifamiliar (R-2) deben estar protegidas por un sistema de alarmas de incendio diseñado tomando como referencia la norma NFPA 72 y cumpliendo con los siguientes requisitos:

(a) Como mínimo se contará con un sistema de iniciación manual que active el sistema de notificación a los ocupantes cuando haya unidades de vivienda clasificada en este grupo localizadas a más de cuatro pisos por encima del nivel de descarga o a más de un piso por debajo del nivel de descarga, de acuerdo con lo indicado en i y ii, pero sin perjuicio de lo exigido en (b):

- i. El reglamento de copropiedad debe contener las indicaciones apropiadas acerca de los procedimientos a seguir por parte de los habitantes de la edificación ante la activación manual de la alarma.
- ii. Se permiten limitaciones al acceso del sistema de activación manual en situaciones donde pueda ocurrir su activación irresponsable por parte de menores, donde puedan ser afectadas por vándalos, o donde haya presunción de circunstancias que puedan afectar su efectividad. El reglamento de copropiedad debe incluir previsiones respecto a las modificaciones que de forma autónoma pueda adoptar la copropiedad para implementar estas limitaciones cuya aprobación debe quedar debidamente documentada y solo podrán llevarse a cabo si implícita o taxativamente se incluye la exención de la responsabilidad de quienes intervinieron

originalmente en el diseño, aprobación, construcción y procedimientos de mantenimiento del sistema. Toda modificación al sistema, sin su respectiva aprobación por la asamblea de copropietarios y trámite ante las autoridades competentes, desliga las responsabilidades de quienes intervinieron en su diseño, aprobación, construcción, y supervisión técnica bajo el amparo de la licencia de construcción que inicialmente concedió el permiso para su construcción.

TÍTULO K – REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

CAPÍTULO K.4 – REQUISITOS ESPECIALES PARA VIDRIOS, PRODUCTOS DE VIDRIO Y SISTEMAS VIDRIADOS

K.4.2.4.3 — Se debe determinar una probabilidad de rotura aceptable y la tensión admisible asociada, que deben ser consistentes con las expectativas del proyecto. La probabilidad de rotura aceptable para una situación particular se debe basar en varios factores en los que se incluyen el número de láminas en la edificación y las consecuencias asociadas con las fallas térmicas. El profesional de diseño debe determinar la probabilidad de rotura aceptable para cada aplicación con base en cada situación única. La selección final de la probabilidad de rotura aceptable es responsabilidad del profesional de diseño. Sin embargo, es recomendable que no sea superior al 8 por 1000.

K.4.2.5 — COMBINACIONES DE CARGAS PARA DISEÑO — En esta sección se presentan algunas especificaciones sobre combinaciones de carga y otros criterios específicos de diseño; sin embargo, la carga máxima admisible para el vidrio y el diseño definitivo deberán ser establecidos por el diseñador responsable de los sistemas vidriados que puede ser el diseñador de elementos no estructurales para el caso de sistemas vidriados no estructurales.

Apéndice I

Artículos de la Ley 400 de 1997 [modificada por la Ley 1229 de 2008, por el Decreto-Ley 0019 de 2012 y por la Ley 1796 de 2016] y secciones del Reglamento NSR-10 donde se mencionan obligaciones del propietario o contratante de los profesionales

Ley 400 de 1997

- Ley 400 de 1997
 - Título II — Definiciones
 - Numeral 24 del Artículo 4
 - Numeral 31 del Artículo 4
 - Numeral 38 del Artículo 4
 - Título IX — Responsabilidades y sanciones
 - Artículo 51 — Constructores y propietarios

Reglamento NSR-10

- Título A — Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente
 - Capítulo A.1 — Introducción
 - A.1.2 — Organización del presente Reglamento
 - A.1.2.3 — Alcance
 - A.1.2.3.3
 - A.1.2.3.4
 - A.1.3 — Procedimiento de diseño y construcción de edificaciones, de acuerdo con el Reglamento
 - A.1.3.10 — Edificaciones indispensables
 - A.1.5 — Diseños, planos, memorias y estudios
 - A.1.5.1 — Diseñador responsable
 - A.1.5.1.1
 - Capítulo A.2 — Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño
 - A.2.5 — Coeficiente de importancia
 - A.2.5.1 — Grupos de uso
 - A.2.5.1.2 — Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad
 - Literal (e)
 - A.2.10 — Estudios sísmicos particulares de sitio
 - A.2.10.1 — Propósito
 - A.2.10.1.2
 - Capítulo A.9 — Elementos no estructurales
 - A.9.2 — Grado de desempeño de los elementos no estructurales
 - A.9.2.2 — Clasificación en uno de los grados de desempeño
 - Capítulo A.10 — Evaluación e Intervención de Edificaciones construidas antes de la vigencia de la presente versión del Reglamento
 - A.10 — Propósito y alcance
 - A.10.1.3 — Alcance
 - A.10.1.3.7 — Cumplimiento de los Títulos J y K del Reglamento
 - A.10.6 — Tipos de modificación
 - A.10.6.2 — Actualización al Reglamento

- A.10.9 — Rehabilitación sísmica
 - A.10.9.1 — Alcance
 - Literal (d)
 - A.10.9.2 — Resistencia y capacidad de funcionamiento requeridas según el uso y edad de la edificación
 - A.10.9.2.3 — Intervención de edificaciones diseñadas y construidas dentro de la vigencia del Decreto 1400 de 1984 — Grupos de Uso I y II del Reglamento NSR-10
 - Literal (b)
 - A.10.9.2.4 — Intervención de edificaciones diseñadas y construidas antes de la vigencia del Decreto 1400 de 1984 — Grupos de Uso I y II del Reglamento NSR-10
 - A.10.9.2.5 — Edificaciones declaradas como patrimonio histórico, de conservación arquitectónica o de interés cultural
- Capítulo A.11 — Instrumentación sísmica
 - A.11.1 — General
 - A.11.1.2 — Acelerógrafos
 - Literal (b)
 - A.11.1.5 — Costos
 - (a) Costo de los instrumentos
 - (b) Costo de los espacios donde se colocan los instrumentos
 - (c) Costo del mantenimiento de los instrumentos
 - (d) Costo de la vigilancia del instrumento
- Capítulo A.12 — Requisitos especiales para edificaciones indispensables de los grupos de Uso III y IV
 - A.12.1 — General
 - A.12.1.1 — Propósito
- Capítulo A.13 — Definiciones generales del Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 y nomenclatura del Título A
 - A.13.1 — Definiciones
- Título B — Cargas
 - Capítulo B.3 — Cargas muertas
 - B.3.6 — Consideraciones especiales
 - Capítulo B.4 — Cargas vivas
 - B.4.2 — Cargas vivas uniformemente repartidas
 - B.4.2.1 — Cargas vivas requeridas
 - Tabla B.4.2.1-2
- Título C — Concreto estructural
 - Capítulo C.5 — Calidad del concreto, mezclado y colocación
 - C.5.6 — Evaluación y aceptación del concreto
 - C.5.6.1
 - Capítulo C.20 — Evaluación de la resistencia de estructuras existentes
 - C.20.3 — Procedimiento para la prueba de carga
- Título F — Estructuras metálicas
 - Capítulo F.2 — Estructuras de acero con perfiles laminados, armados y tubulares estructurales
 - F.2.14 — Control de calidad y supervisión técnica
 - F.2.14.5 — Requisitos mínimos para la inspección de edificios de acero estructural

- F.2.14.5.2 — Supervisión técnica independiente
- F.2.14.7 — Materiales y mano de obra no conformes
- Título I — Supervisión técnica
 - Capítulo I.1 — Generalidades
 - I.1.1 — Definiciones
 - I.1.1.1
 - Capítulo I.2 — Alcance de la Supervisión técnica
 - I.2.2 — Documentación de las labores de Supervisión técnica
 - I.2.2.1
 - Literal (b)
 - I.2.2.2
 - I.2.3 — Documentación de las labores de Supervisión técnica independiente
 - I.2.3.1
 - Literal (j)
 - Literal (m)
 - Capítulo I.4 — Alcance de la supervisión técnica independiente
 - I.4.3 — Procedimientos control
 - I.4.3.2 — Especificaciones técnicas

Apéndice II

Se transcribe el Capítulo A.13 — Definiciones generales del Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10

Acabados — Partes y componentes constructivos de una edificación que no hacen parte de la estructura o de su cimentación y que integran los componentes arquitectónicos cumpliendo una función estética y decorativa, que para efectos del presente Reglamento NSR-10, no son objeto de diseño sísmico dentro de los elementos no estructurales arquitectónicos, ni son parte de los elementos objeto de supervisión técnica independiente.

Aceleración pico efectiva, A_a — Es un parámetro utilizado para determinar el espectro de diseño y se da en A.2.2.

Acelerograma — Descripción en el tiempo de las aceleraciones a que estuvo sometido el terreno durante la ocurrencia de un sismo real.

Acelerógrafo — Instrumento que permite registrar las aceleraciones a que se ve sometido el terreno durante la ocurrencia de un sismo. Este registro queda consignado en un acelerograma.

Altura de la edificación en la colindancia — Es la suma de las alturas de piso en la colindancia.

Altura del piso — Es la distancia vertical medida entre el terminado de la losa de piso o de nivel de terreno y el terminado de la losa del nivel inmediatamente superior. En el caso que el nivel inmediatamente superior corresponda a la cubierta de la edificación esta medida se llevará hasta el nivel de enrase de la cubierta cuando esta sea inclinada o hasta al nivel de la impermeabilización o elemento de protección contra la intemperie cuando la cubierta sea plana. En los casos en los cuales la altura de piso medida como se indica anteriormente exceda 6 m, se considerará para efectos de calcular el número de pisos como dos pisos. Se permite que para el primer piso aéreo la altura del piso se mida desde la corona del muro de contención de la edificación nueva contra el paramento que está en la colindancia, cuando éste exista.

Amenaza sísmica — Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado.

Amortiguamiento — Pérdida de energía en un movimiento oscilatorio.

Amplificación de la onda sísmica — Aumento en la amplitud de las ondas sísmicas, producido por su paso desde la roca hasta la superficie del terreno a través de los estratos de suelo.

Análisis dinámico — Procedimiento matemático por medio del cual se resuelven las ecuaciones de equilibrio dinámico, con el fin de obtener las deformaciones y esfuerzos de la estructura al ser sometida a una excitación que varía en el tiempo.

Análisis dinámico elástico — Tipo de análisis dinámico en el cual las propiedades de rigidez y resistencia de la estructura permanecen dentro del rango de respuesta lineal.

Análisis dinámico inelástico — Tipo de análisis dinámico en el cual se tiene en cuenta que las propiedades de rigidez y resistencia de la estructura pueden salirse del rango de respuesta lineal y entrar en el rango de respuesta inelástica.

Análisis espectral — Tipo de análisis dinámico modal en el cual la respuesta dinámica máxima de cada modo se obtiene utilizando la ordenada del espectro, correspondiente al período de vibración del modo.

Análisis modal — Procedimiento de análisis dinámico por medio del cual la respuesta dinámica de la estructura se obtiene como la superposición de las respuestas de los diferentes modos, o formas de vibración.

Apéndice — Es un elemento no estructural que sobresale del volumen general de la edificación.

Armadura — Véase cercha.

Base — Es el nivel en el que los movimientos sísmicos son transmitidos a la estructura o el nivel en el que la estructura, considerada como un oscilador, está apoyada.

Capacidad de disipación de energía — Es la capacidad que tiene un sistema estructural, un elemento estructural, o una sección de un elemento estructural, de trabajar dentro del rango inelástico de respuesta sin perder su resistencia. Se cuantifica por medio de la energía de deformación que el sistema, elemento o sección es capaz de

disipar en ciclos histeréticos consecutivos. Cuando hace referencia al sistema de resistencia sísmica de la edificación como un todo, se define por medio del coeficiente de capacidad de disipación de energía básico R_0 el cual después se afecta debido a irregularidades de la estructura y a ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica, para obtener el coeficiente de disipación de energía R ($R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$). El grado de capacidad de disipación de energía se clasifica como especial (DES), moderado (DMO) y mínimo (DMI).

Capacidad de rotación de la sección — Es la capacidad que tiene una sección de un elemento estructural de admitir rotaciones en el rango inelástico sin perder su capacidad de resistir momentos flectores y fuerzas cortantes. Se mide en términos de su capacidad de disipación de energía a la rotación.

Carga muerta — Es la carga vertical debida a los efectos gravitacionales de la masa, o peso, de todos los elementos permanentes ya sean estructurales o no estructurales. Debe consultarse el Título B de este Reglamento.

Carga gravitacional o peso, (M.g) — Es el efecto vertical de la aceleración debida a la gravedad sobre la masa M de la edificación. M debe ser igual a la masa de la estructura más la masa de los elementos tales como muros divisorios y particiones, equipos permanentes, tanques y sus contenidos, etc. En depósitos y bodegas debe incluirse además un 25 por ciento de la masa que produce la carga viva.

Carga viva — Es la carga debida al uso de la estructura, sin incluir la carga muerta, fuerza de viento o sismo. Debe consultarse el Título B de este Reglamento.

Casa — Edificación unifamiliar destinada a vivienda. Esta definición se incluye únicamente para efectos de la aplicación del Título E del Reglamento.

Centro de masa del piso — Es el lugar geométrico donde estaría localizada, en planta, toda la masa del piso al suponer el diafragma del piso como un cuerpo infinitamente rígido en su propio plano.

Centro de rigidez del piso — Es el lugar geométrico, localizado en planta y determinado bajo el supuesto de que el diafragma del piso es infinitamente rígido en su propio plano, donde al aplicar una fuerza horizontal, en cualquier dirección, no se presenta rotación del diafragma alrededor de un eje vertical.

Cercha — Es un conjunto de elementos estructurales unidos entre sí, los cuales resisten primordialmente fuerzas axiales.

Cerramiento — Muro localizado en el paramento del lote de terreno y que se encuentra separado de la edificación en la dirección perpendicular al paramento del lote de terreno, que no hace parte del sistema estructural de soporte de la edificación, y cuya altura no excede 4 metros.

Certificado técnico de ocupación — Es el acto, descrito en el artículo 6 de la Ley 1796 de 2016, mediante el cual el Supervisor Técnico Independiente, certifica bajo la gravedad de juramento que la obra contó con la supervisión técnica de la cimentación, construcción de la estructura y elementos no estructurales de la edificación y se ejecutó de conformidad con los planos, diseños y especificaciones técnicas, estructurales y geotécnicas exigidas por el Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes vigente y aprobadas en la respectiva licencia. La certificación técnica de ocupación deberá protocolizarse mediante escritura pública. Las actas de supervisión no requerirán de protocolización, pero deberán ser conservadas por el supervisor técnico independiente. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).

Coefficiente de amortiguamiento crítico — Es, para un sistema elástico, de un grado de libertad con amortiguamiento viscoso, el cociente entre la cantidad de amortiguamiento del sistema y el amortiguamiento mínimo que inhibe toda oscilación.

Coefficiente de capacidad de disipación de energía básico, R_0 — Coeficiente que se prescribe para cada sistema estructural de resistencia sísmica, cuyo valor depende del tipo de sistema estructural y de las características de capacidad de disipación de energía propias del material estructural que se utiliza en el sistema. Es una medida de la capacidad de disipación de energía general del sistema de resistencia sísmica cuando los movimientos sísmicos hacen que responda inelásticamente.

Coefficiente de capacidad de disipación de energía, R — Coeficiente que corresponde al coeficiente de capacidad de disipación de energía básico, R_0 , multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de

disipación debido a irregularidades en alzado, ϕ_a , irregularidad en planta, ϕ_p , y a ausencia de redundancia del sistema estructural de resistencia sísmica, ϕ_r . ($R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$).

Coincidencia de las losas de entrepiso en la colindancia — Se considera que las losas de entrepiso de dos estructuras colindantes coinciden o están en contacto cuando al menos la mitad de la altura de la losa de entrepiso de la edificación cuya licencia de construcción se solicita, coincide en nivel con la losa de entrepiso de la edificación colindante existente.

Construcción sismo resistente — Es el tipo de construcción que cumple el objetivo expresado en A.1.2.2, a través de un diseño y una construcción que cumplan los requisitos de la Ley 400 de 1997 y del presente Reglamento.

Constructor — Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto, constructor en arquitectura e ingeniería o ingeniero mecánico (solo para estructuras metálicas o prefabricadas), con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se adelanta la dirección de la construcción de la edificación y quien suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones.

Cortante de piso, V_x — Es la suma algebraica de las fuerzas sísmicas horizontales que actúan por encima del piso en consideración.

Cortante en la base, V_s — Es la suma algebraica, tomada en la base, de todas las fuerzas sísmicas horizontales del edificio.

Cuerda — Es el elemento de borde de un diafragma, el cual resiste principalmente esfuerzos axiales, en una forma análoga a las aletas de una viga.

Deriva de piso — Es la diferencia entre los desplazamientos horizontales de los niveles entre los cuales está comprendido el piso.

Desempeño de los elementos no estructurales — Se denomina desempeño el comportamiento de los elementos no estructurales de la edificación ante la ocurrencia de un sismo que la afecte. El desempeño se clasifica en grado superior, bueno y bajo.

(a) Grado de desempeño superior — Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es mínimo y no interfiere con la operación de la edificación en ningún aspecto.

(b) Grado de desempeño bueno — Es aquel en el cual el daño que se presenta en los elementos no estructurales es totalmente reparable y puede haber alguna interferencia con la operación de la edificación con posterioridad a la ocurrencia del sismo.

(c) Grado de desempeño bajo — Es aquel en el cual se presentan daños graves en los elementos no estructurales, inclusive no reparables.

DES — Capacidad especial de disipación de energía.

Diafragma — Conjunto de elementos estructurales, tal como una losa de entrepiso, que transmite las fuerzas inerciales horizontales a los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica. El término diafragma incluye conjuntos arriostrados horizontales. Véase sistema de arriostramiento horizontal.

Diagonal — Es un elemento estructural que hace parte de un pórtico con diagonales. La diagonal puede ser concéntrica, en pórticos con diagonales de concreto reforzado o de acero estructural, o excéntrica en pórticos de acero estructural.

Diagonal concéntrica — Es una diagonal cuyos dos extremos llegan a conexiones entre viga y columna.

Diagonal excéntrica — Es una diagonal en la cual uno de sus extremos llega a la viga en un punto alejado de la conexión entre viga y columna. Solo se utiliza en pórticos de acero estructural con diagonales.

Diseñador arquitectónico — Es el arquitecto, con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos arquitectónicos de la edificación, quien los firma y suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones.

Diseñador de los elementos no estructurales — Es el profesional, arquitecto, ingeniero civil o ingeniero mecánico con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realizan el diseño y los planos de los elementos no estructurales de la edificación, quien los firma y suscribe la solicitud de licencia en

la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. Debe consultarse la sección A.1.3.6.5 del presente Reglamento NSR-10 respecto a las obligaciones que recaen en el constructor sobre los elementos no estructurales.

Diseñador estructural — Es el ingeniero civil, con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realiza el diseño y los planos estructurales de la edificación, quien los firma y suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones.

D_{1/2} — Capacidad moderada de disipación de energía.

D_{1/3} — Capacidad mínima de disipación de energía.

Ductilidad — Capacidad que tiene un material estructural de resistir, sin fallar, deformaciones que lleven al material estructural más allá del límite elástico, o límite donde las deformaciones son linealmente proporcionales al esfuerzo o fuerza aplicada. (Véase capacidad de disipación de energía, pues muchas veces estos términos son confundidos.) Dependiendo del parámetro que describe las deformaciones, la ductilidad puede hacer referencia, entre otras, a:

(a) **Ductilidad de curvatura** — cuando la ductilidad se mide con respecto a la curvatura de la sección del elemento estructural. La curvatura se define como el cociente entre el momento flector aplicado y la rigidez de la sección,

(b) **Ductilidad de rotación** — cuando la ductilidad se mide con respecto a la rotación que tiene un sector longitudinal del elemento estructural. La rotación se define como la pendiente de la línea elástica del elemento medida con respecto a la posición original del eje longitudinal del elemento,

(c) **Ductilidad de desplazamiento** — cuando la ductilidad se mide con respecto al desplazamiento o deflexión que tiene el elemento estructural. El desplazamiento se mide con respecto a la posición original del eje longitudinal del elemento, y

(d) **Ductilidad de deformación** — cuando la ductilidad se mide con respecto a la deformación unitaria de una fibra paralela al eje neutro de la sección.

Edificación — Es una construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos.

Edificación convencional — De acuerdo con el artículo 3 de la Ley 400 de 1997, se entiende por edificación convencional aquella estructura que está concebida de tal manera que su geometría, dimensiones generales, dimensiones de sus miembros estructurales, materiales estructurales empleados y procedimientos de dimensionamiento y determinación de la resistencia de sus miembros estructurales ante todas las sollicitaciones a que puedan verse afectados durante su vida útil, estén previstos dentro de la normativa y reglamentación contenida en el Reglamento NSR-10.

Edificación de atención a la comunidad — Son los equipamientos urbanos necesarios para atender emergencias, preservar la salud y la seguridad de las personas, tales como estaciones de bomberos, cuarteles de policía y fuerzas militares, instalaciones de salud, sedes de organismos operativos de emergencias, entre otros.

Edificación no convencional — De acuerdo con el artículo 3 de la Ley 400 de 1997, se entiende por edificación no convencional aquella estructura que no cumple alguno o ningún requisito del Reglamento NSR-10, ni está prevista dentro de su alcance respecto a los materiales estructurales permitidos, los procedimientos de diseño aceptados por el Reglamento, las dimensiones permitidas, las calidades de los materiales estructurales exigidas, las sollicitaciones y cargas que deban tenerse en cuenta en el diseño, o cualquier otro requisito exigido por el Reglamento. Para la construcción de edificaciones y estructuras no convencionales deberá cumplirse con lo previsto en el Capítulo II del Título III de la Ley 400 de 1997 sobre otros materiales y métodos alternos de diseño y construcción.

Edificaciones indispensables — Son aquellos equipamientos urbanos de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alternativo, tales como hospitales y centrales de operación y control de líneas vitales.

Efectos gravitacionales — Véase peso.

Elemento o miembro estructural — Componente del sistema estructural de la edificación. En las estructuras metálicas los dos términos no son sinónimos pues un miembro está compuesto por elementos. Por ejemplo, en una viga con sección en I, la viga en sí es el miembro estructural, y su alma y alas son elementos del miembro.

Elemento colector — Es un elemento que sirve para transmitir las fuerzas inerciales generadas dentro del diafragma, hasta los elementos del sistema de resistencia sísmica.

Elemento de borde — Es un elemento que se coloca en los bordes de las aberturas, en el perímetro de los muros de cortante o en el perímetro de los diafragmas.

Elementos decorativos — Elementos constructivos de la edificación que hacen parte de los elementos no estructurales arquitectónicos, que cumplen una función estética, cuya falla o desprendimiento como consecuencia de los movimientos sísmicos de diseño no representan un peligro para la vida de los ocupantes de la edificación, ni para las zonas aledañas a ella. Para efectos del presente Reglamento NSR-10, los elementos decorativos no son objeto de diseño sísmico dentro de los elementos no estructurales arquitectónicos, ni son parte de los elementos objeto de supervisión técnica independiente. Cuando debido a su tamaño, masa y/o localización, el elemento decorativo represente un peligro para la vida, deberá ser incorporado en el diseño sísmico por parte del diseñador de elementos no estructurales.

Elementos flexibles (o sistemas flexibles) — Son aquellos cuya deformación, al ser solicitados por una fuerza horizontal, es significativamente mayor que la de los elementos adyacentes del sistema.

Elementos no estructurales — Elementos o componentes constructivos de una edificación que no hacen parte de la estructura o su cimentación y que deben diseñarse sísmicamente como protección a la vida de los ocupantes de la edificación, y de las zonas aledañas a ella, como consecuencia de la falla o desprendimiento del elemento no estructural, excluyendo los acabados y elementos decorativos los cuales no serán objeto de diseño sísmico ni de supervisión técnica independiente con la excepción de los enchapes de fachada, los cuales deben diseñarse sísmicamente y supervisarse. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).

Efectos ortogonales — Son los que se producen en los elementos estructurales que pertenecen, simultáneamente, a sistemas resistentes situados en dos ejes ortogonales, cuando las fuerzas sísmicas actúan en una dirección distinta a la de estos dos ejes.

Efectos P-Delta — Son los efectos de segundo orden en los desplazamientos horizontales y fuerzas internas de la estructura, causados por la acción de las cargas verticales de la edificación al verse desplazadas horizontalmente.

Espectro — Es la colección de valores máximos, ya sea de aceleración, velocidad o desplazamiento, que tienen los sistemas de un grado de libertad durante un sismo.

Espectro de diseño — Es el espectro correspondiente a los movimientos sísmicos de diseño.

Espectro del umbral de daño — Es el espectro correspondiente a los movimientos sísmicos al nivel del umbral de daño.

Estructura — Es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales. Las estructuras pueden ser catalogadas como estructuras de edificaciones o estructuras diferentes a las de las edificaciones.

Falla geológica — Ruptura, o zona de ruptura, en la roca de la corteza terrestre cuyos lados han tenido movimientos paralelos al plano de ruptura.

Falla geológica activa — Falla geológica que se considera que es capaz de producir movimientos sísmicos. Para efectos del presente Reglamento una falla activa es aquella que haya tenido actividad sinogénica recurrente durante el Cuaternario (véase A.2.9.3.1).

Fuerzas mayoradas — Son las fuerzas que han sido multiplicadas por sus respectivos coeficientes de carga, tal como los define B.2.1 de este Reglamento.

Fuerzas sísmicas — Son los efectos inerciales causados por la aceleración del sismo, expresados como fuerzas para ser utilizadas en el análisis y diseño de la estructura.

Grupo de uso — Clasificación de las edificaciones según su importancia para la atención y recuperación de las personas que habitan en una región que puede ser afectada por un sismo, o cualquier tipo de desastre.

Histéresis — Fenómeno por medio del cual dos, o más, propiedades físicas se relacionan de una manera que depende de la historia de su comportamiento previo. En general hace referencia al comportamiento de los materiales estructurales cuando se ven sometidos a deformaciones o esfuerzos que están fuera del rango lineal, o elástico, de comportamiento. Una gran parte de la energía que es capaz de disipar el material estructural en el rango inelástico de respuesta se asocia con el área comprendida dentro de los ciclos de histéresis.

Índice de deriva — Es la deriva del piso dividida por la altura del mismo.

Ingeniero geotecnista — Es el ingeniero civil, con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realizan los estudios geotécnicos o de suelos, por medio de los cuales se fijan los parámetros de diseño de la cimentación, los efectos de amplificación de la onda sísmica causados por el tipo y estratificación del suelo subyacente a la edificación, y la definición de los parámetros del suelo que se deben utilizar en la evaluación de los efectos de interacción suelo-estructura, quien firma el estudio geotécnico y suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones.

Indicaciones indispensables — Véase edificaciones indispensables.

Interacción suelo-estructura — Es el efecto que tienen en la respuesta estática y dinámica de la estructura las propiedades de rigidez del suelo que da apoyo a la edificación, en conjunto con las propiedades de rigidez de la cimentación y de la estructura.

Interventor — Según la Ley 400 de 1997, modificada por la Ley 1229 de 2008, el Interventor, “Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería, que representa al propietario durante la construcción de la edificación, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se cumple de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes y siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores.” La labor del interventor no reemplaza la labor que debe desarrollar el supervisor técnico independiente. Las labores u obligaciones de la interventoría estarán definidas en el contrato que celebren el propietario de la obra y el interventor.

Licencia de construcción — Acto por medio del cual se autoriza, a solicitud del interesado, la realización de obras en un predio con construcciones, cualquiera que ellas sean, acordes con el plan de ordenamiento territorial y las normas urbanísticas del distrito o municipio.

Licuación — Respuesta de los suelos sometidos a vibraciones, en la cual éstos se comportan como un fluido denso y no como una masa de suelo húmeda.

Líneas vitales — Infraestructura básica de redes, tuberías o elementos conectados o continuos, que permite la movilización de energía eléctrica, aguas, combustibles, información y el transporte de personas o productos, esencial para realizar con eficiencia y calidad las actividades de la sociedad.

Mampostería estructural — Véanse las Definiciones en el título D de este Reglamento.

Masa — Cantidad de materia que posee un cuerpo. En el Sistema Internacional de Medidas (SI) se expresa en kilogramos, kg.

Método de la fuerza horizontal equivalente — Es el método de análisis sísmico en el cual los efectos de los movimientos sísmicos de diseño se expresan por medio de unas fuerzas horizontales estáticas equivalentes.

Método del análisis dinámico elástico — Es el método de análisis sísmico en el cual los efectos de los movimientos sísmicos de diseño se determinan por medio de la solución de las ecuaciones de equilibrio dinámico, considerando que las propiedades de rigidez de la estructura permanecen dentro del rango de respuesta lineal o elástica.

Método del análisis dinámico inelástico — Es el método de análisis sísmico en el cual los efectos de los movimientos sísmicos de diseño se determinan por medio de la solución de las ecuaciones de equilibrio dinámico, considerando que las propiedades de rigidez de la estructura se salen del rango de respuesta lineal o elástica.

Microzonificación sísmica — División de una región o de un área urbana, en zonas más pequeñas que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectados los movimientos sísmicos, dadas las características de los estratos de suelo subyacente.

Modos de vibración — Son las diferentes formas de vibración propias de la estructura. A cada modo de vibración corresponde una frecuencia de vibración propia. La respuesta dinámica de la estructura, en el rango elástico, se puede expresar como la superposición de los efectos de los diferentes modos. Una estructura tiene tantos modos de vibración, como grados de libertad tenga.

Modo fundamental — Es el modo de vibración correspondiente al período fundamental de la estructura en la dirección horizontal de interés.

Movimientos sísmicos de diseño — Es una caracterización de los movimientos del terreno, en el sitio donde se encuentra localizada la edificación, que se producirían como consecuencia de la ocurrencia del sismo de diseño.

Movimientos sísmicos para el umbral de daño — Es una caracterización de los movimientos del terreno, en el sitio donde se encuentra localizada la edificación, que se producirían como consecuencia de la ocurrencia del sismo correspondiente al umbral de daño.

Movimiento telúrico — Movimiento de la corteza terrestre. Véase sismo.

Muro de carga — Es un muro estructural, continuo hasta la cimentación, que soporta principalmente cargas verticales.

Muro de cortante — Véase muro estructural.

Muro divisorio o partición — Es un muro que no cumple una función estructural y que se utiliza para dividir espacios.

Muro estructural — Es un muro, de carga o no, que se diseña para resistir fuerzas horizontales, de sismo o de viento, paralelas al plano del muro.

Muro no estructural — Véase muro divisorio.

Nivel (medido desde la base) de un piso en la colindancia — Es la suma de las alturas de piso en la colindancia medidas desde la base hasta la parte superior del piso bajo estudio.

Número de pisos aéreos de la edificación — Para efectos de la aplicación de la reglamentación de separación entre edificaciones de A.6.5.2, el máximo número de pisos aéreos de una edificación corresponde al número de losas de entrepiso aéreas, contando dentro de ellas la cubierta como una losa de entrepiso, y sin contar los sótanos. Una losa de entrepiso aérea es aquella que no está en contacto con el terreno en ningún punto. Cuando un piso tenga más de 6 m de altura, se contará como dos pisos para efectos de calcular el número de pisos aéreos de la edificación.

Número de pisos aéreos en la colindancia — Corresponde al número de pisos aéreos de la edificación, que se extienden hasta el paramento del lote de terreno en la zona de colindancia bajo estudio. Cuando un piso en la colindancia tenga más de 6 m de altura, se contará como dos pisos para efectos de calcular el número de pisos aéreos de la edificación en la colindancia.

Perfil de suelo — Son los diferentes estratos de suelo existentes debajo del sitio de la edificación.

Período de vibración, T — Es el tiempo que transcurre dentro de un movimiento armónico ondulatorio, o vibratorio, para que éste se repita.

Período de vibración fundamental — Es el mayor período de vibración de la estructura en la dirección horizontal de interés.

Peso — Efecto gravitacional sobre la masa. Se obtiene de multiplicar la masa en kg, por la aceleración debida a la gravedad, g ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$). Se expresa en newtons, N ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$).

Piso — Es el espacio comprendido entre dos niveles de una edificación. Piso x es el que está debajo del nivel x .

Piso flexible — Es aquel en el cual la rigidez ante fuerzas horizontales, del sistema de resistencia sísmica, es menor que el 70% de la rigidez ante fuerzas horizontales, del sistema de resistencia sísmica, del piso inmediatamente superior.

Piso débil — Es aquel en el cual la resistencia ante fuerzas horizontales, del sistema de resistencia sísmica, del piso es menor que el 70% de la resistencia ante fuerzas horizontales, del sistema de resistencia sísmica, del piso inmediatamente superior.

Planos finales de cimentación y estructura de la obra (Planos récord) — De acuerdo con el artículo 6 de la Ley 1796 de 2016, los Planos Récord corresponden a los planos actualizados por el constructor responsable, en los cuales se registra la cimentación y estructura de la edificación tal como quedó construida definitivamente y que incorporan todas las modificaciones que se realizaron durante el desarrollo de la construcción. Incluyen el estudio geotécnico actualizado cuando hubo variaciones en la construcción de la cimentación y los planos estructurales de la edificación. El Supervisor Técnico Independiente debe suscribir, antes de emitir el Certificado Técnico de Ocupación, los planos finales de cimentación y estructura de la obra (Planos récord) como constancia de que autorizó las modificaciones realizadas y se abstendrá de hacerlo en los casos en los cuales las modificaciones no hayan sido aprobadas por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente, como una modificación a la licencia de construcción original.

Plastificación progresiva, método de — Método de análisis no lineal estático conocido en inglés con el nombre de “push-over” (Véase Apéndice A-3).

Pórtico — Es un conjunto de vigas, columnas y, en algunos casos, diagonales, todos ellos interconectados entre sí por medio de conexiones o nudos que pueden ser, o no, capaces de transmitir momentos flectores de un elemento a otro. Dependiendo de sus características tiene las siguientes denominaciones:

Pórtico arriostrado — Véase la definición de pórtico con diagonales.

Pórtico-cercha de acero resistente a momentos — Pórtico en el que las vigas son cerchas cuyo tramo central, denominado segmento especial, se diseña para que actúe como elemento disipador de energía, de modo que todos los elementos diferentes al segmento especial permanezcan en el rango elástico.

Pórtico con diagonales — Pórtico compuesto por vigas, columnas y diagonales excéntricas, o concéntricas, que se utiliza primordialmente para resistir fuerzas horizontales. Sus elementos trabajan principalmente deformándose axialmente como en una cercha. Sus nudos pueden, o no, ser capaces de transmitir momentos flectores, dependiendo del material estructural que se emplee.

Pórtico con diagonales concéntricas — Es un pórtico con diagonales en el cual éstas llegan a los nudos conformados por las conexiones entre vigas y columnas.

Pórtico con diagonales excéntricas — Es un pórtico, de acero estructural, con diagonales que cumple los requisitos presentados en el Capítulo F.3.

Pórtico de acero con diagonales restringidas a pandeo — Es un pórtico con diagonales cuyo pandeo se restringe mediante el empleo de camisas rellenas de concreto.

Pórtico espacial — Es un sistema estructural tridimensional, que no tiene muros de carga, compuesto por elementos interconectados de tal manera que el conjunto actúe como una unidad, con o sin la ayuda de diafragmas horizontales o sistemas de arriostramiento horizontal. (Véase pórtico plano).

Pórtico losa-columna — Es un sistema estructural tridimensional aporticado en el cual las losas cumplen la función de las vigas. Este sistema tiene numerosas restricciones impuestas por el Reglamento en su uso. Véase reticular cedulado.

Pórtico no arriostrado — Es un pórtico resistente a momentos que soporta las fuerzas horizontales por medio de momentos flectores en sus elementos, y que no tiene diagonales ni muros estructurales.

Pórtico no resistente a momentos — Es un pórtico cuyas conexiones no son resistentes a momentos y que por lo tanto es inestable ante una sollicitación de fuerzas horizontales a menos que la responsabilidad de la resistencia ante estas fuerzas sea atendida por diagonales dentro del mismo pórtico o por conjuntos de elemento estructurales, tales como muros estructurales o pórticos con diagonales.

Pórtico para carga verticales — Es un pórtico espacial diseñado para resistir únicamente cargas verticales.

Pórtico plano — Es un pórtico en el cual todos sus elementos están contenidos dentro de un plano vertical. Este tipo de pórticos no puede utilizarse a menos que existan elementos estructurales que restrinjan los desplazamientos en la dirección perpendicular al plano del pórtico, tales como otros pórticos o muros estructurales y que exista un diafragma que amarre horizontalmente el conjunto. (Véase A.3.1.5) Los enlaces entre pórticos planos a través de la viguetería del sistema de entrepiso no se consideran adecuados para efectos de restringir los desplazamientos en la dirección perpendicular al plano de pórtico, caso en el cual deben disponerse vigas paralelas a la viguetería que enlacen las columnas y conformen un pórtico espacial.

Pórtico resistente a momentos — Es un pórtico espacial en el cual sus miembros y nudos son capaces de resistir las fuerzas, principalmente, por flexión.

Pórtico resistente a momentos, sin capacidad de disipación de energía — Es un pórtico de concreto reforzado que no cumple con los requisitos especiales de detallado del refuerzo para lograr un comportamiento dúctil, o que no está dispuesto espacialmente y no tiene resistencia ante fuerzas horizontales en la dirección perpendicular a su propio plano.

Pórtico resistente a momentos con capacidad especial de disipación de energía (DES) — Es un pórtico espacial diseñado de acuerdo con las disposiciones correspondientes del Capítulo C.21 cuando es de concreto reforzado o del Capítulo F.3 cuando es de acero estructural.

Pórtico resistente a momentos con capacidad mínima de disipación de energía (DMI) — Es un pórtico espacial diseñado de acuerdo con las disposiciones correspondientes del Capítulo C.21 cuando es de concreto reforzado o de los Capítulos F.1 y F.2 cuando es de acero estructural.

Pórtico resistente a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) — Es un pórtico espacial, diseñado de acuerdo con las disposiciones correspondientes del Capítulo C.21 cuando es de concreto reforzado, o del Capítulo F.3 cuando es de acero estructural.

Probabilidad — Es el cociente del número de casos que realmente ocurren, dividido por el número total de casos posibles.

Propietario — Para efectos de este Reglamento NSR-10, es la persona, natural o jurídica, titular de derechos reales principales, poseedor, propietario del derecho de dominio a título de fiducia y los fideicomitentes de las mismas fiducias, a nombre de la cual se expide la licencia de construcción y quien suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. En los casos de patrimonios autónomos en los que el fiduciario ostente la titularidad del predio y/o de la licencia de construcción, se deberá prever en el correspondiente contrato fiduciario quien es el responsable de cumplir las obligaciones que el Reglamento NSR-10 exige a los propietarios.

Resistencia — Es la capacidad útil de una estructura, o de sus miembros, para resistir cargas, dentro de los límites de deformación establecidos en este Reglamento.

Reticular celado — Es un tipo de pórtico losa-columna, en el cual la losa trabaja en dos direcciones y es aligerada en las zonas lejanas de las columnas y maciza, o con capiteles, en las zonas aledañas a las columnas. Este sistema tiene numerosas restricciones impuestas por el Reglamento en su uso.

Revisor de oficio — Es el curador urbano o la autoridad municipal o distrital a cargo de la expedición de las licencias urbanísticas quien debe constatar previamente que la edificación propuesta cumple los requisitos exigidos por la Ley 400 de 1997 y el presente Reglamento NSR-10, mediante la revisión de los planos, memorias y estudios de los diferentes diseños mencionados en el Título III de la Ley 400 de 1997. Para tal fin, el curador urbano o la autoridad municipal o distrital a cargo de la expedición de las licencias urbanísticas debe contar con el apoyo de un grupo interdisciplinario de profesionales que cumplirán con las calidades previstas en el Título VI de la Ley 400 de 1997. (Véase la sección A.1.3.7.1 del presente Reglamento NSR-10.)

Revisor independiente de los diseños de elementos no estructurales — Es el ingeniero civil, arquitecto o ingeniero mecánico con matrícula profesional vigente, diferente del diseñador de los elementos no estructurales, e independiente laboralmente de él, que revisa los diseños de los elementos no estructurales con el objeto de verificar el cumplimiento de la reglamentación establecida en el Apéndice A-9 del presente Reglamento NSR-10 y suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. Las personas jurídicas que tengan por objeto adelantar la labor de revisión independiente de los diseños de elementos no estructurales, designarán a profesionales debidamente facultados que no podrán intervenir en cualquier otra operación del proyecto.

Revisor independiente de los diseños estructurales — Es el ingeniero civil con matrícula profesional vigente, diferente del diseñador estructural, e independiente laboralmente de él, que revisa los diseños estructurales con el objeto de verificar el cumplimiento de la reglamentación establecida en el Apéndice A-6 del presente Reglamento NSR-10 y suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. Las personas jurídicas que tengan por objeto adelantar la labor de revisión independiente de los diseños estructurales, designarán a profesionales debidamente facultados que no podrán intervenir en cualquier otra operación del proyecto.

Revisor independiente de los estudios geotécnicos — Es el ingeniero civil con matrícula profesional vigente, diferente del ingeniero geotecnista, e independiente laboralmente de él, que revisa los estudios geotécnicos con el objeto de verificar el cumplimiento de la reglamentación establecida en el Título H del presente Reglamento NSR-10 y suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. Las personas jurídicas que tengan por objeto adelantar la labor de revisión independiente de los estudios geotécnicos, designarán a profesionales debidamente facultados que no podrán intervenir en cualquier otra operación del proyecto.

Riesgo sísmico — Corresponde a la determinación de las consecuencias económicas y sociales, expresada en términos monetarios, o de víctimas, respectivamente, para el sitio de interés en función de su probabilidad de excedencia para un tiempo de exposición dado.

Rigidez de piso — Para un piso x , es el cociente entre el cortante de piso, V_x , y la deriva que éste cortante produce en el piso.

Riostra — Véase diagonal.

Riostra del diafragma (riostra transmisora, amarre, elemento colector) — Es el elemento de un diafragma, paralelo a la fuerza aplicada, que recoge y transmite el cortante del diafragma a los elementos resistentes verticales o el que distribuye las fuerzas dentro del diafragma. Estos miembros pueden estar sometidos a efectos axiales de tensión o de compresión. Véase sistemas de arriostramiento horizontal.

Sello seco registrado — Según la Ley 400 de 1997 es: “Marca realizada que queda colocada sobre un plano de construcción y que reemplaza la firma del diseñador responsable de los diseños y estudios expresados en él. La marca que produce debe contener el nombre del profesional, su profesión (ingeniero civil, arquitecto, etc.) y el número de la matrícula profesional”. En tanto se designe a la autoridad encargada del Sello seco registrado por parte de la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes, éste no podrá ser exigido en ningún trámite o documento.

Separación sísmica en la colindancia — Es la distancia horizontal en dirección perpendicular al plano vertical levantado sobre el lindero entre los dos lotes de terreno, medida desde la losa de entrepiso de la edificación hasta este plano.

Sismo, temblor o terremoto — Vibraciones de la corteza terrestre inducidas por el paso de ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimientos súbitos de la corteza terrestre.

Sismo característico — Es un sismo definido para una falla activa que tiene una magnitud igual al mejor estimativo que pueda hacerse sobre la máxima magnitud que pueda ocurrir en la falla, pero no menor que la mayor magnitud que haya ocurrido históricamente en la falla.

Sismo de diseño — Es la caracterización de los movimientos sísmicos mínimos que deben utilizarse en la realización del diseño sismo resistente. Para efectos del presente Reglamento, es un sismo cuyos efectos en el lugar de interés tienen una probabilidad de sólo diez por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años, lo cual conduce a un período promedio de retorno de 475 años. El diseño sismo resistente tiene dentro de sus objetivos la protección de la vida ante la ocurrencia del sismo de diseño.

Sismo de seguridad limitada - Es la caracterización de los movimientos sísmicos que pueden utilizarse alternativamente en la evaluación e intervención de ciertas estructuras existentes. Para efectos del presente Reglamento, es un sismo cuyos efectos en el lugar de interés tienen una probabilidad del veinte por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años, lo cual corresponde a un período promedio de retorno de 225 años. Su uso está sometido a las limitaciones dadas en A.10.3.

Sismo del umbral de daño — Es un sismo cuyos efectos en el lugar de interés tienen una probabilidad del ochenta por ciento de ser excedidos en un lapso de cincuenta años, lo cual conduce a un período promedio de retorno de 31 años. Corresponde a un sismo de intensidad relativamente baja, ante cuya ocurrencia no deben producirse daños a los elementos estructurales y no estructurales, que en caso de que ocurran, éstos deben ser reparables y no deben interferir con el funcionamiento de la edificación.

Sistema combinado — Es un sistema estructural en el cual las cargas verticales son resistidas por un pórtico, resistente a momentos o no, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales. (Véase A.3.2.1.2).

Sistema de muros de carga — Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son llevadas hasta la cimentación por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales. (Véase A.3.2.1.1).

Sistema de pórtico — Es un sistema estructural compuesto por un pórtico espacial, resistente a momentos, esencialmente completo, no arriostrado, que resiste todas las cargas verticales y las fuerzas horizontales. (Véase A.3.2.1.3).

Sistema dual — Es el sistema estructural resultante de la combinación de un pórtico espacial resistente a momentos (de capacidad moderada o alta de disipación de energía) con muros estructurales o pórticos con diagonales, diseñado de acuerdo con A.3.2.1.4.

Sistema de arriostramiento horizontal — Es un sistema de cercha, o armadura, horizontal que cumple las mismas funciones de un diafragma.

Sistema de resistencia sísmica — Es aquella parte de la estructura que según el diseño aporta la resistencia requerida para soportar los movimientos sísmicos de diseño.

Sistema Internacional de Medidas (SI) — El sistema SI se estableció en la Decimoprimer Conferencia Mundial de Pesos y Medidas, que tuvo lugar en Sevres, Francia, en 1960. Por medio del Decreto 1731 de 18 de septiembre de 1967, el único sistema de medidas permitido en el país es el Sistema Internacional de Medidas SI. El sistema está basado en siete unidades básicas, que son para longitud el metro (m), para masa el kilogramo (kg), para tiempo el segundo (s), para corriente eléctrica el amperio (A), para temperatura el kelvin (K), para intensidad luminosa el candela (cd), y para cantidad de sustancia el mol (mol). Para efectos del presente Reglamento se utilizan las siguientes unidades:

Unidades básicas — para distancia el metro (m), para masa el kilogramo (kg), y para tiempo el segundo (s).

Unidades suplementarias — para ángulo plano el radian (rad)

Unidades derivadas — para frecuencia el hertz (Hz) [1 Hz = 1 s⁻¹], para fuerza el newton (N) [1 N = 1 kg · m/s²], para esfuerzo, o fuerza por unidad de área, el pascal (Pa) [1 Pa = 1 N/m²], y para energía o trabajo el joule (J) [1 J = N · m]

El sistema SI utiliza los siguientes prefijos:

exa	E	10 ¹⁸	1 000 000 000 000 000 000.
peta	P	10 ¹⁵	1 000 000 000 000 000.
tera	T	10 ¹²	1 000 000 000 000.
giga	G	10 ⁹	1 000 000 000.
mega	M	10 ⁶	1 000 000.
kilo	k	10 ³	1 000.
mili	m	10 ⁻³	0.001
micro	μ	10 ⁻⁶	0.000 001
nano	n	10 ⁻⁹	0.000 000 001
pico	p	10 ⁻¹²	0.000 000 000 001
femto	f	10 ⁻¹⁵	0.000 000 000 000 001
atto	a	10 ⁻¹⁸	0.000 000 000 000 000 001

Con el fin de evitar confusión en el uso del sistema SI, existen las siguientes reglas aceptadas internacionalmente respecto a la sintaxis que debe emplearse:

- Nunca se intercambian minúsculas y mayúsculas: mm y no MM, o kg y no KG.
- Los símbolos no se alteran en el plural: kg, y no kgs.
- No se deja espacio entre el prefijo y el símbolo: MPa y no M Pa.
- No se agrega punto al final del símbolo, a menos que sea el punto final de una oración.
- Los símbolos no son abreviaturas, por lo tanto: Pa y no Pasc, m y no mts.
- En los productos de símbolos se utiliza un punto levantado: kN · m.
- En los cocientes se utiliza un solo símbolo de división, o pueden utilizarse potencias negativas: kg/(m · s), o kg · m⁻¹ · s⁻¹, pero no kg/m/s.
- Puede utilizarse punto, o coma, para indicar los decimales, dependiendo de la costumbre local. Esto significa que ninguno de los dos se debe utilizar para separar grupos de dígitos, para esto se utiliza un blanco. Ejemplo: g = 9.806 650 m/s².
- Para números menores que la unidad, nunca se omite el cero inicial: 0.123 y no .123.
- Debe haber siempre un espacio entre el número y las unidades: 12.3 m/s, excepto cuando se trata de grados Celsius: 12°C.
- Las unidades cuyo nombre es el apellido de un científico, se emplean con mayúscula: N, Pa, etc., pero cuando se refiere a ellas no se utiliza la mayúscula: pascuales, etc.

Solicitaciones — Son las fuerzas u otras acciones que afectan la estructura, dentro de las cuales se cuentan: los efectos gravitacionales sobre su propia masa, o peso propio, las cargas generadas por los elementos no estructurales, por sus ocupantes y sus posesiones, los efectos ambientales tales como el viento o el sismo, los

asentamientos diferenciales, y los cambios dimensionales causados por variaciones en la temperatura o efectos reológicos de los materiales. En general corresponden a todo lo que puede afectar la estructura.

Supervisión técnica independiente — Se entiende por Supervisión Técnica Independiente la verificación del cumplimiento de la cimentación, construcción de la estructura y de los elementos no estructurales de la edificación a los estudios, planos, diseños y especificaciones realizadas por el ingeniero geotecnista, el diseñador estructural y el diseñador de elementos no estructurales, respectivamente, que hacen parte de la correspondiente licencia de construcción. La supervisión técnica independiente está reglamentada en el Título I del presente Reglamento NSR-10. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR-10).

Supervisor técnico independiente — Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto, constructor en arquitectura e ingeniería o ingeniero mecánico (solo para estructuras metálicas o prefabricadas), con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se realiza la supervisión técnica independiente. El alcance de la supervisión técnica independiente está definido en el Título I de este Reglamento NSR-10. Parte de las labores de supervisión pueden ser delegadas por el supervisor técnico independiente en personal técnico auxiliar, el cual trabajará bajo su dirección y responsabilidad. Cuando una persona jurídica realiza simultáneamente la interventoría y la supervisión técnica independiente, el interventor y el supervisor técnico independiente deben ser personas naturales diferentes con el fin de no incurrir en una, o más, de las causales de incompatibilidad establecidas en el artículo 14 de la Ley 1796 de 2016. Las personas jurídicas que tengan por objeto adelantar la labor de supervisión técnica independiente, designarán a profesionales debidamente facultados que no podrán intervenir en cualquier otra operación del proyecto. (Véase la sección I.2.1.2 del presente Reglamento NSR 10).

Temblor, terremoto — Véase sismo.

Titular de la licencia — Para efectos de este Reglamento NSR-10, es la persona, natural o jurídica, titular de derechos reales principales, poseedor, propietario o del derecho de dominio a título de fiducia y los fideicomitentes de las mismas fiducias, a nombre de la cual se expide la licencia de construcción. (Véase el artículo 2.2.6.1.2.1.5 del Decreto 1077 de 2015).

Umbral de daño — Corresponde al nivel de movimiento sísmico a partir del cual se pueden presentar daños a los elementos estructurales y no estructurales.

Velocidad de la onda de cortante — Es la velocidad con que se desplaza la onda sísmica de cortante dentro de un suelo.

Vulnerabilidad — Es la cuantificación del potencial de mal comportamiento de una edificación con respecto a alguna sollicitación.

Zona de amenaza sísmica (baja, intermedia o alta) — Son regiones del país donde la amenaza sísmica se considera baja, intermedia o alta, tal como se define en A.2.3. Los requisitos de análisis y diseño estructural varían de una zona a otra.

Notas:

Secretaría de la Comisión:

ais Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica

Carrera 19A N° 84-14 Oficina 502 • Bogotá, D. C., COLOMBIA • Teléfono: +57-1-530-0826 • e-mail: asosismica@gmail.com

Para discusión pública en página web de Minvivienda