



**NORMAS DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA
GUATEMALA
NSE 7.8**

**DISEÑO DE
ESTRUCTURAS
DE MADERA**

Edición 2024
Versión Beta

**Normas de Seguridad Estructural para Guatemala
Diseño de Estructuras de Madera
NSE 7.8 Edición 2024**

Derechos reservados --

**© Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES
Proyecto desarrollado por AGIES por medio de la Dirección de Comités Técnicos**

La redacción, actualización y discusión de la Edición 2024 de estas normas ha sido posible por los aportes ad-honorem de tiempo de los miembros de los comités técnicos de AGIES y grupos revisores.

Nota de AGIES

Los aportes directos de nuestros patrocinadores se utilizan para diseminación de tecnología por medio de seminarios, mesas técnicas de trabajo, conferencias, cursos cortos, publicaciones colaterales y otros medios de difusión. Los aportes para impresión y publicación se reciben frecuentemente en especie.

La redacción de los documentos, la investigación bibliográfica o de campo y actividades relacionadas con la actualización y/o generación de textos, son aportadas por los miembros de los comités técnicos en su propio tiempo disponible. Ningún directivo de AGIES y ningún miembro de comités técnicos reciben emolumentos por parte de AGIES.

AGIES

Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica

Km 7.5 Carretera Antigua a El Salvador, 215-0 Colonia el Prado

Primer Nivel

Zona 4, Santa Catarina Pinula 01051

Guatemala

Tel. (502) 5493-0807

www.agies.org

La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) es una entidad privada no lucrativa, académica, gremial formativa, científica y cultural, que promueve la investigación y divulgación de conocimientos científicos y tecnológicos en el campo de las estructuras, la sismología y áreas afines, así como el mejoramiento de los niveles docentes y profesionales en dichos campos, para el mejor y mayor uso de los recursos materiales y humanos conexos con el mismo. Es una gremial adscrita al Colegio de Ingenieros de Guatemala.

Las Normas de Seguridad Estructural (NSE) están dirigidas a personas calificadas para comprender el significado y limitaciones de su contenido y sus recomendaciones, quedando bajo la responsabilidad de estas personas el uso de los criterios aquí establecidos. La Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica no asume ninguna responsabilidad, ni total, ni parcial, por el uso que se haga del contenido del presente documento y no será responsable de ningún daño, falla o pérdida derivada de la aplicación del mismo.

Los comentarios y sugerencias al presente documento deberán ser dirigidos al Comité Técnico de AGIES. Todas las personas, miembros o no de AGIES, están invitadas a colaborar con el mejoramiento del contenido de este y el resto de documentos que conforma las Normas de Seguridad Estructural.

NSE 7.8

**DISEÑO DE
ESTRUCTURAS
DE MADERA**

Edición 2024
Versión Beta

RECONOCIMIENTO

Este documento ha sido elaborado por un comité de ingenieros bajo la supervisión de la Dirección de Comités Técnicos de AGIES.

Director de Comités Técnicos

- Ing. Byron Paiz Aragón

Subdirector de Comités Técnicos

- Ing. Daniel Cruz

Comité Redactor

- Ing. Enrique de León

Coordinación

- Ing. Jossué Cuxum Choc
- Leslie Reynoso Ambrocio

Créditos

- Organización y Diseño: AGIES
- Diagramación: AGIES
- Foto de portada: Ing. Fernando Szasdi Bardales

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO

**CAPÍTULO 1
ALCANCE**

**CAPÍTULO 2
DEFINICIONES**

**CAPÍTULO 3
NORMAS Y CÓDIGOS REFERIDOS**

**CAPÍTULO 4
CLASIFICACIÓN VISUAL Y GRADOS ESTRUCTURALES**

**CAPÍTULO 5
ESFUERZOS ADMISIBLES**

**CAPÍTULO 6
TABLEROS ESTRUCTURALES**

**CAPÍTULO 7
CARGAS APLICABLES**

**CAPÍTULO 8
DISEÑO SISMO-RESISTENTE**

**CAPÍTULO 9
CONDICIONES DE SERVICIO**

**CAPÍTULO 10
COMPATIBILIDAD DE DEFORMACIONES LATERALES**

**CAPÍTULO 11
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

PRÓLOGO

[Pendiente]

CAPÍTULO 1 — ALCANCE

1.1 La presente norma está desarrollada para edificaciones de madera y estructuras diseñadas con sistemas de resistencia lateral similares a edificios. No necesariamente son aplicables a algunas estructuras no similares a edificios. La extrapolación de su uso en tales estructuras debe ser hecha con consideración a las diferencias inherentes en las características de respuesta entre edificios y estructuras no similares a edificios.

Comentario 1.1

Estructuras similares a edificios son aquellas que poseen masas concentradas y diafragmas en niveles claramente definidos. Estructuras que no son similares a edificios pueden ser, por ejemplo, y sin limitarse a: cubiertas, pilotes, postes, parques de diversiones, pasarelas peatonales, entre otras.

1.2 Los elementos de madera cubiertos en esta norma son los utilizados comúnmente en el mercado guatemalteco, abarcando miembros de madera aserrada de pequeña y gran escuadría, principalmente. El uso de productos de ingeniería como madera laminada encolada (glulam), madera contra laminada (CLT), entre otras; podrán utilizarse para el diseño estructural si se cumple con los procedimientos de cálculo establecidos según las normas aplicables.

1.3 Cuando en esta especificación se haga referencia al código aplicable de construcción, las cargas, combinaciones, limitaciones de los sistemas y requisitos generales de diseño a utilizarse, serán los indicados en las normas AGIES NSE vigentes según sean aplicables, pudiéndose complementar con el código ASCE/SEI 7-22 *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*.

FIN DEL CAPÍTULO 1

CAPÍTULO 2 — DEFINICIONES

4.1 Definiciones.

4.1.1 Alabeo: se refieren a las deformaciones de la viga durante el proceso de secado. Las deformaciones pueden ser respecto del eje del espesor b de la pieza (arqueadura), respecto del canto h de la pieza (encorvadura), respecto del eje longitudinal (torcedura) o bien es posible que la pieza adquiera forma de U respecto del espesor b . Estas deformaciones están limitadas por restricciones visuales, constructivas y, especialmente importante, de estabilidad estructural.

4.1.1 Anillo de crecimiento: son los anillos que marcan los ciclos anuales de crecimiento del árbol y cuyo espesor en especies coníferas es un indicativo indirecto de la densidad y con ello de la rigidez y resistencia de la madera. Para las calidades más elevadas el espesor máximo se limita para evitar clasificar madera poco densa como madera de elevada calidad.

4.1.1 Bolsa de resina y entrecasco: son pequeñas incrustaciones de resina o corteza, respectivamente, que, además de su impacto visual, suponen una disminución de la sección transversal por lo que sus dimensiones están restringidas.

4.1.1 Borde: se refiere a la superficie de la viga correspondiente a la menor dimensión de la sección transversal, es decir el espesor b .

4.1.1 Cara: se refiere a la superficie de la viga correspondiente a la mayor dimensión de la sección transversal, es decir el ancho o canto de la viga, h .

4.1.1 Desviación de fibra: a menudo definida también como desviación global de fibra. Se refiere a la inclinación que las fibras de la madera adquieren con respecto al eje longitudinal de la pieza. Al igual que los nudos, la desviación de la fibra también penaliza la resistencia de la madera por lo que la inclinación máxima se encuentra restringida, especialmente para los grados de calidad elevados.

4.1.1 Galerías y otros ataques de insectos: típicamente pueden observarse como pequeñas perforaciones al exterior de la madera. Estos no son aceptados en ningún grado.

4.1.1 Gema: a menudo definida también como arista faltante o canto muerto, se corresponde con la pérdida de una o varias de las esquinas que conforman la sección transversal rectangular de una viga. Por lo general su presencia no es muy preocupante pero su dimensión máxima se restringe para no penalizar en demasía la sección transversal disponible para transmitir esfuerzos.

4.1.1 Grado estructural: es un grado de calidad de la madera que tiene asociado una reducción de resistencia específica.

4.1.1 Grieta, fenda y acebolladura: se corresponden con grietas que se generan principalmente como consecuencia del secado, y que pueden cortar anillos de crecimiento (fendas) o formarse siguiendo los anillos de crecimiento (acebolladuras). Su presencia se limita porque tienen un impacto negativo en la resistencia al cortante, especialmente si se generan en el tercio central de las caras de la viga, y también especialmente en los extremos de las vigas (zona de testas), en donde muy habitualmente se encuentran los esfuerzos de corte máximos.

4.1.1 Madera aserrada de pequeña escuadría: madera aserrada de dimensiones $38 \text{ mm} \geq b \geq 101 \text{ mm}$ ($1.5'' \geq b \geq 4''$) y $101 \text{ mm} \geq h \geq 254 \text{ mm}$ ($4'' \geq h \geq 10''$) que se destina principalmente a la construcción con sistemas de entramado ligero. Dicho sistema constructivo emplea principalmente tres tipos de elementos: elementos que están en flexión tales como envigados y soleras, elementos que están principalmente en compresión tales como pies derechos intermedios, y elementos que suelen estar en tensión o compresión tales como pies derechos de borde en muros de corte.

4.1.1 Madera de reacción: madera que se origina debido a las tensiones internas durante el crecimiento del árbol y que genera una disposición anormal de anillos. Dado que esta madera resulta con propiedades diferentes a la madera normal por lo que su uso se restringe.

4.1.1 Mancha azul: hongo de coloración azul que no se alimenta de la pared celular por lo que no tiene un efecto negativo en las propiedades mecánicas. Por lo tanto, la mancha azul se acepta para el uso estructural de la madera.

4.1.1 Médula: se refiere a la parte central del tronco. Dado que su presencia implica la incorporación de madera juvenil en la pieza – con propiedades mecánicas inferiores – su presencia también se limita para los grados de calidad más elevados.

4.1.1 Nudo central: nudo que se encuentra en la parte central, $0.5 h$, del canto o altura de una viga.

4.1.1 Nudo de borde: nudo que se encuentra en el borde o espesor, b , de una viga. Al igual que los nudos de margen estos nudos también son especialmente críticos, por lo que únicamente se permiten nudos de pequeño tamaño en esta región.

4.1.1 Nudo de margen: nudo que también se encuentra en el canto o altura de una viga, pero en la región $0.25 h$ próxima a cada uno de los bordes de una viga. Los nudos en esta región son mucho más críticos que en la región central, especialmente en flexión, motivo por el cual únicamente se permiten nudos de menor tamaño.

4.1.1 Nudo vivo: nudo en el que existe continuidad del material debido a que la rama se encontraba viva en el momento de la corta.

4.1.1 Nudo muerto o saltadizo: nudo que carece de continuidad material con la madera colindante debido a que la rama se encontraba muerta en el momento de la poda.

4.1.1 Propiedades visibles: son cada uno de los defectos, singularidades o particularidades anatómicas nombradas anteriormente, las cuales son visibles al ojo humano y medibles, y tienen un efecto negativo en las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

4.1.1 Pudrición: cualquier otro ataque no identificado con manchas biológicas no está permitido, ya que las pudriciones, que típicamente producen decoloraciones blanquecinas o pardas, son hongos que sí se alimentan de la pared celular, y por tanto generan un castigo drástico de las propiedades mecánicas.

4.1.1 Reducción de resistencia: el conjunto de defectos enumerados anteriormente supone una pérdida de resistencia en una pieza real de madera en contraposición a si esa pieza idealmente no tuviese ningún defecto. La relación entre la resistencia real de la pieza con respecto a la resistencia ideal se denomina reducción de resistencia.

4.1.1 Testa: se refiere a cada una de las dos superficies terminales observadas en los extremos de la viga y en donde mejor pueden apreciarse los anillos de crecimiento.

4.1.1 Tolerancia dimensional: dado que el efecto negativo que tienen un defecto de tamaño determinado depende de las dimensiones de la pieza, es importante cumplir de la mejor manera posible con la precisión requerida al aserrar o cepillar la sección transversal de una viga de madera. Por este motivo las dimensiones máximas, pero especialmente las dimensiones mínimas de una pieza se restringen considerablemente.

4.1.1 Valores resistentes: son el conjunto de valores numéricos que definen las distintas resistencias y rigideces que cada grado estructural tiene asociado y que pueden ser utilizados como propiedades básicas para el diseño estructural.

4.1.1 Vigas de gran escuadría: madera aserrada de dimensiones $b \geq 127$ mm ($b \geq 5''$) y $h = b + 50$ mm ($h = b + 2''$) o más, que se destina principalmente a la construcción de sistemas de poste viga como elementos en flexión.

Postes de gran escuadría: madera aserrada de dimensiones $b = h \geq 127$ mm ($b = h \geq 5''$) que se destina principalmente a la construcción de sistemas de poste viga como elementos en compresión.

FIN DEL CAPÍTULO 2

CAPÍTULO 3 — NORMAS Y CÓDIGOS REFERIDOS

3.1 Forman parte integral de esta norma y, por lo tanto, deberán utilizarse en su totalidad los siguientes códigos de diseño:

- (a) ANSI/AWC 2018 *National Design Specification (NDS) for Wood Construction*.
- (b) ANSI/AWC 2021 *Special Design Provisions for Wind and Seismic (SDPWS)*.

3.2 Los procedimientos para la caracterización y clasificación visual de los miembros de madera, deberán realizarse según las siguientes normas:

- (a) ANSI/ASTM D143-21 *Standard Test Methods For Small Specimens Of Timber*.
- (b) ANSI/ASTM D245-22 *Standard Practice For Establishing Structural Grades And Related Allowable Properties For Visually Graded Lumber*.

3.3 Los procedimientos para la selección de probetas representativas para la caracterización de especies, se podrán realizar bajo lo establecido por las siguientes normas:

- (a) ANSI/ASTM D5536 *Standard Practice For Sampling Forest Trees For Determination Of Clear Wood Properties*.
- (b) NCh 868 – en concordancia con la norma ASTM D5536.

3.4 Complementariamente, se permite el uso de procedimientos establecidos en la norma chilena NCh 1198, cuarta edición (2014.12.22) *Madera – Construcciones en Madera – Cálculo*, considerando que la misma se limita al diseño por esfuerzos admisibles (ASD).

3.5 Se permite el uso de normativas europeas para el diseño estructural, así como la caracterización de especies y la clasificación de miembros estructurales de madera, siempre que todos los procedimientos sean coherentes entre sí, y no se combine con procedimientos establecidos por las normas de otras regiones, siendo estas el Eurocódigo 5, EN 408, EN 912 y EN 338.

FIN DEL CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 4 — CLASIFICACIÓN VISUAL Y GRADOS ESTRUCTURALES

4.1 Los miembros de madera podrán clasificarse mediante los métodos contenidos en las normas de referencia.

4.2 Los miembros de madera podrán clasificarse como grado selecto (GS), vigas de primera (G1), vigas de segunda (G2), pies derechos (PD) o rechazo, según la norma ASTM D245-22.

4.3 Los grados estructurales podrán asignarse según la tabla 1, adaptada de la norma ASTM D245-22.

Comentario 4.3

La asignación de los grados estructurales de la madera aserrada de pequeña escuadría se realizará de acuerdo con los valores umbrales de los parámetros visuales indicados en la Tabla 1. Los grados estructurales definidos para cada una de las tres especies son: el grado selecto (GS) que supone el grado de mayor calidad posible, el grado de vigas de primera calidad (G1), el grado de vigas de segunda calidad (G2) y el grado de pies derechos o inferior calidad (PD). Es importante considerar que si bien los grados GS, G1 y G2 pueden ser empleados para cualquier aplicación estructural, el grado PD se recomienda para uso como pies derechos comprimidos (no en pies derechos de borde de muros de corte) de sistemas constructivos de entramado de madera. En el caso de que una pieza de madera no cumpla con alguno de los umbrales mínimos del grado PD, ésta deberá ser considerada como madera de rechazo y por tanto no será apta para un uso estructural.

Tabla 4.1: Resumen de grados estructurales y defectos umbrales para vigas de madera aserrada de pequeña escuadría.

GRADO	GS (selecto)	G1 (vigas de primera)	G2 (vigas de segunda)	PD (pies derechos)
Reducción de resistencia	65	55	45	35
Desviación de fibra	1 en 12	1 en 10	1 en 8	1 en 6
Nudo de borde en piezas de	b = 38mm (1.5") reales	17	22	27
	b = 50mm (2") reales	22	28	34
	b ≥ 75mm (3") reales	31	39	48
Nudo central en piezas de	h = 101mm (4")	39	51	62
	h = 152mm (6")	58	75	91
	h ≥ 200mm (8")	76	98	119
Nudo de margen	h = 100mm (4")	22	29	37
	h = 152mm (6")	33	43	55

	$h \geq 203\text{mm}$ (8")	42	56	72	84
Nudos muertos		No permitidos			Permitidos
Fendas, grietas y acebolladuras en extremos		Restringidas a $L < 15\text{ cm}$ en $h/2$ central			Permitidas
Fendas y grietas que no están en extremos		Restringidas a $t < 15\text{ mm}$			
Gemas		Permitidas con límite 0.25 b y 0.25 h	Permitidas con límite 0.33 b y 0.33 h		
Bolsas de resina y entrecasco		$L < 150\text{ mm}$ y $b < 10\text{ mm}$			
Anillos de crecimiento con espesor $> 8\text{ mm}$		No permitidos		Permitidos	
Madera de reacción		No permitida si se prevé deformación importante en secado, en otros casos máx. 10% área transversal		No permitida si se prevé cambio importante de forma en secado, en otros casos máx. 20% área transversal	
Médula		No permitida si se clasifica en húmedo		Permitida	
Pudrición excepto mancha azul		No permitida			
Galerías y otros ataques de insectos		No permitido			
Alabeos (sobre 2m)		Arqueadura $< 10\text{ mm}$, encorvadura $< 8\text{ mm}$, torcedura $< 1\text{ mm}$ por cada 25 mm del ancho, acanaladura permitida			
Tolerancias dimensionales		$b +3-1\text{ mm}$; $h +4-2\text{ mm}$; L sólo desviaciones positivas			

Tabla 4.2: Resumen de grados estructurales y defectos umbrales para vigas de madera aserrada gran escuadría.

GRADO		GS (selecto)	G1 (vigas de primera)	G2 (vigas de segunda)
Reducción de resistencia		75	65	50
Desviación de fibra		1 en 15	1 en 12	1 en 8
Nudos de borde y de margen en piezas de	$b = 127\text{ mm}$ (5") reales	35	48	69
	$b = 152\text{ mm}$ (6")	40	56	80
	$b \geq 177\text{ mm}$ (7") reales	43	60	86
Nudo central en piezas de	$h = 203\text{ mm}$ (8")	55	76	109
	$h = 254\text{ mm}$ (10")	67	94	134
	$h \geq 204\text{ mm}$ (12")	80	112	159
Nudos muertos		No permitidos		Permitidos
Fendas, grietas y acebolladuras en extremos		Restringidas a $L < h$ en $h/2$ central		
Fendas y grietas que no están en extremos		Restringidas a $t < b/8$		

Gemas	máx. 1/8 h o b	máx. 1/4 h o b	máx. 1/3 h o b
Bolsas de resina y entrecasco	L < 150 mm y b < 10mm		
Madera de reacción	No permitida si se prevé deformación importante en secado, en otros casos máx. 10% área transversal		No permitida si se prevé cambio importante de forma en secado, en otros casos máx. 20% área transversal
Pudrición excepto mancha azul	No permitida		
Galerías y otros ataques de insectos	No permitido		
Alabeos (sobre 2m)	Arqueadura < 10mm, encurvadura < 8mm, torcedura < 1 mm por cada 25 mm del ancho, acanaladura permitida		
Tolerancias dimensionales	b +3-1 mm; h +4-2 mm; L sólo desviaciones positivas		

Tabla 4.3: Resumen de grados estructurales y defectos umbrales para postes de madera aserrada de gran escuadría.

GRADO	GS (selecto)	G1 (vigas de primera)	G2 (vigas de segunda)
Reducción de resistencia	70	60	45
Desviación de fibra	1 en 10	1 en 6	1 en 6
Cualquier nudo en piezas de	b=h=127mm (5")	39	72
	b=h=152mm (6")	50	91
	b=h=177mm (7")	58	105
Nudos muertos	No permitidos		Permitidos
Fendas, grietas y acebolladuras en extremos	Restringidas a L < h		
Fendas y grietas que no están en extremos	Restringidas a t < b/8		
Gemas	máx. 1/8 h o b	máx. 1/4 h o b	máx. 1/3 h o b
Bolsas de resina y entrecasco	L < 150 mm y b < 10mm		
Madera de reacción	No permitida si se prevé deformación importante en secado, en otros casos máx. 10% área transversal		No permitida si se prevé cambio importante de forma en secado, en otros casos máx. 20% área transversal
Pudrición excepto mancha azul	No permitida		
Galerías y otros ataques de insectos	No permitido		
Alabeos (sobre 2m)	Arqueadura < 10mm, encurvadura < 8mm, torcedura < 1 mm por cada 25 mm del ancho, acanaladura permitida		
Tolerancias dimensionales	b y h +4-2 mm; L sólo desviaciones positivas		

FIN DEL CAPÍTULO 4

CAPÍTULO 5 — ESFUERZOS ADMISIBLES

5.1 Los esfuerzos admisibles para el diseño estructural de las especies de madera estudiadas en Guatemala, se presentan en este capítulo.

5.2 No se permite el uso de esfuerzos admisibles de especies similares de otros países, o que no se hayan obtenido según los procedimientos establecidos por las normas de referencia citadas.

5.3 Se presentan los esfuerzos admisibles de las especies *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* y *Pinus maximinoi*, los cuales podrán utilizarse según el grado estructural asignado.

Comentario 5.3

*Según información obtenida del sector forestal, las especies de *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* y *Pinus maximinoi*, son las predominantes en el territorio guatemalteco. De no contar con certeza de la especie de pino, se podrán utilizar los esfuerzos admisibles de la Tabla 4.1, donde se indica “Sin clasificación”.*

Se podrán agregar esfuerzos admisibles de especies ensayadas según los procedimientos de la norma ASTM D143 en futuras actualizaciones de esta norma.

5.4 Los símbolos utilizados para la definición de los esfuerzos admisibles son:

5.4.1 F_b : indica el esfuerzo admisible para el diseño por flexión, en MPa.

5.4.2 F_c : indica el esfuerzo admisible para el diseño por compresión paralela a la fibra, en MPa.

5.4.3 $F_{c\perp}$: indica el esfuerzo admisible para el diseño por compresión perpendicular a la fibra, en MPa.

5.4.4 F_v : indica el esfuerzo admisible para el diseño por cortante longitudinal, en MPa.

5.4.5 F_t : indica el esfuerzo admisible para el diseño por tensión paralela a la fibra, en MPa.

5.4.6 E : indica el módulo elástico longitudinal (MOE), en MPa.

5.4.7 E_{min} : indica el módulo elástico mínimo para cálculos de inestabilidad, en MPa.

5.4.8 G : indica el peso específico en condición anhidra.

Tabla 5.1
Piezas aserradas entramado ligero
P. caribaea

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	8.8	5.7	8.3	1.9	4.7	7590.0	2772.7	0.56
G1	7.4	4.7	8.3	1.9	4.0	7590.0	2772.7	0.56
G2	6.1	4.0	8.3	1.9	3.4	6210.0	2268.6	0.56
PD	4.7	3.0	8.3	1.9	2.3	5520.0	2016.5	0.56

P. oocarpa

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	18.3	13.2	7.7	1.8	9.8	8970.0	3276.8	0.57
G1	15.6	11.2	7.7	1.8	8.5	8970.0	3276.8	0.57
G2	12.5	9.1	7.7	1.8	6.8	8280.0	3024.8	0.57
PD	9.8	7.1	7.7	1.8	5.4	7590.0	2772.7	0.57

P. maximinoi

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	15.6	9.1	8.0	1.7	8.5	7590.0	2772.7	0.52
G1	13.2	7.8	8.0	1.7	7.1	7590.0	2772.7	0.52
G2	10.8	6.1	8.0	1.7	5.7	6210.0	2268.6	0.52
PD	8.5	4.7	8.0	1.7	4.4	5520.0	2016.5	0.52

Pino sin clasificar

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	8.8	5.7	7.7	1.7	4.7	7590.0	2772.7	0.52
G1	7.4	4.7	7.7	1.7	4.0	7590.0	2772.7	0.52
G2	6.1	4.0	7.7	1.7	3.4	6210.0	2268.6	0.52
PD	4.7	3.0	7.7	1.7	2.3	5520.0	2016.5	0.52

Tabla 5.2
Vigas de gran escuadría
P. caribaea

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	10.2	6.8	8.3	1.9	5.7	7590.0	2772.7	0.56
G1	8.8	5.7	8.3	1.9	4.7	7590.0	2772.7	0.56
G2	6.8	4.4	8.3	1.9	3.7	6210.0	2268.6	0.56

P. oocarpa

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	21.0	15.3	7.7	1.8	11.5	8970.0	3276.8	0.57
G1	18.3	13.2	7.7	1.8	9.8	8970.0	3276.8	0.57
G2	13.9	10.2	7.7	1.8	7.8	8280.0	3024.8	0.57

P. maximinoi

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	18.0	10.5	8.0	1.7	9.8	7590.0	2772.7	0.47
G1	15.6	9.1	8.0	1.7	8.5	7590.0	2772.7	0.47
G2	11.9	6.8	8.0	1.7	6.4	6210.0	2268.6	0.47

Pino sin clasificar

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	Emin	G
GS	10.2	6.8	7.7	1.7	5.7	7590.0	2772.7	0.47
G1	8.8	5.7	7.7	1.7	4.7	7590.0	2772.7	0.47
G2	6.8	4.4	7.7	1.7	3.7	6210.0	2268.6	0.47

Tabla 5.4
Postes de gran escuadría
P. caribaea

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	E _{min}	G
GS	9.5	6.1	8.3	1.9	5.1	7590.0	2772.7	0.56
G1	8.1	5.4	8.3	1.9	4.4	7590.0	2772.7	0.56
G2	6.1	4.0	8.3	1.9	3.4	6210.0	2268.6	0.56

P. oocarpa

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	E _{min}	G
GS	19.7	14.2	7.7	1.8	10.8	8970.0	3276.8	0.57
G1	17.0	12.2	7.7	1.8	9.1	8970.0	3276.8	0.57
G2	12.5	9.1	7.7	1.8	6.8	8280.0	3024.8	0.57

P. maximinoi

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	E _{min}	G
GS	17.0	9.8	8.0	1.7	9.1	7590.0	2772.7	0.47
G1	14.2	8.5	8.0	1.7	7.8	7590.0	2772.7	0.47
G2	10.8	6.1	8.0	1.7	5.7	6210.0	2268.6	0.47

Pino sin clasificar

Grado	Fb	Fc	Fc _L	Fv	Ft	E	E _{min}	G
GS	9.5	6.1	7.7	1.7	5.1	7590.0	2772.7	0.47
G1	8.1	5.4	7.7	1.7	4.4	7590.0	2772.7	0.47
G2	6.1	4.0	7.7	1.7	3.4	6210.0	2268.6	0.47

FIN DEL CAPÍTULO 5

CAPÍTULO 6 — TABLEROS ESTRUCTURALES

6.1 Para efecto de esta norma, se considera como tablero arriostrante adecuado para uso estructural en edificios, aquel que certifique cumplir al menos la categoría “Sheathing” de acuerdo con el estándar APA – American Plywood Association, NIST (2012).

FIN DEL CAPÍTULO 6

CAPÍTULO 7 — CARGAS APLICABLES

7.1 — Carga de viento

7.1.1 Deberán aplicarse las provisiones de la norma AGIES NSE 2, tal como lo indica la misma el diseñador podrá hacer uso además de los procedimientos de viento de ASCE7-22 si lo considera preferible.

7.2 — Ceniza Volcánica

7.2.1 Se deberá utilizar la carga de ceniza volcánica indicada en el Capítulo 6 de la norma NSE 2. Las combinaciones de carga a utilizar serán las indicadas en el Capítulo 8 de la misma norma.

Comentario 7.2

Al momento no existe un estudio probabilístico que permita determinar el espesor de ceniza a utilizar, en función de la ubicación de la obra a diseñar, por lo que queda a criterio del diseñador determinar este parámetro. Como una guía, el diseñador puede consultar los mapas de amenaza volcánica generados por el INSIVUMEH, los cuales contienen las áreas de influencia y los valores máximos de ceniza volcánica lanzada, para los volcanes más activos del país.

7.3 — Carga sísmica

7.3.1 Nivel de protección sísmica — Con base en la clasificación de obra (NSE 1- Capítulo 3) y el Índice de Sismicidad (NSE 2 – Anexo A o Figura 4.5.1) se determinará el Nivel de Protección Sísmica (NSE 2 - Sección 4.2.2). El Nivel de Protección Sísmica que se requiere podrá ser E, D, C, B o A (NSE 2 – Tabla 4.2.2).

Comentario 7.3.1

Los “Niveles de Protección” definidos en la NSE corresponden a las “Categorías de Diseño sísmico” en los documentos de referencia.

7.3.2 Sistemas estructurales — Para edificios y estructuras con configuraciones similares a edificios, y estructuras que no son edificios, se reconocen los siguientes sistemas estructurales:

- (a) **Entramado ligero [E2]** — Sistema *Light-frame (wood) walls sheathed with wood structural panels rated for shear resistance*. (Tabla 12.2-1, ASCE 7-22).
- (b) **Marcos de Madera [E5]** — Sistema *Timber Frame*. (Tabla 12.2-1, ASCE 7-22).

Comentario 7.3.2

Se retoman dos sistemas estructurales presentes en la norma AGIES NSE 3 2010, siendo estas [E2] “Sistemas de cajón con paneles de madera”, ahora nombradas como “Entramado ligero”, y [E5] “Columnas voladizas o péndulo invertido de estructura de madera”, ahora “Marcos de madera”.

7.4 — Combinaciones de carga

Se utilizarán las combinaciones de carga de NSE2 capítulos 8 y 9 dependiendo del tipo de diseño (LRFD o ASD) que se esté trabajando.

FIN DEL CAPÍTULO 7

CAPITULO 8 — DISEÑO SISMO-RESISTENTE

8.1 Para el diseño sísmico de estructuras de madera deberá utilizarse el código *ANSI/AWC 2021 Special Design Provisions for Wind and Seismic (SDPWS)* en forma íntegra.

Comentario 8.1

Es importante hacer notar que la National Design Specification, y el suplemento Special Design Provisions for Wind and Seismic (SDPWS), están enfocados al diseño sísmico de estructuras de entramado ligero, por lo que se recomienda verificar la conveniencia de adoptar procedimientos definidos en el Eurocódigo 5, cuando así se estime.

FIN DEL CAPÍTULO 8

CAPITULO 9 — CONDICIONES DE SERVICIO

9.1 Las deformaciones máximas en vigas se deberán comprobar con base en la Tabla 6.1.

Tabla 13 – Deformaciones máximas admisibles en vigas de madera

Tipo de vigas	Deformaciones máximas admisibles considerando	
	Exclusivamente sobrecarga	Peso propio más sobrecarga
1. Vigas de techo:		
1.1 Construcciones industriales y agrícolas	-	L/200 o L/400 ^{*)}
1.2 Oficinas y construcciones habitacionales		
1.2.1 Con cielos enyesados o similares	L/360	L/300
1.2.2 Sin cielos enyesados o similares	-	L/300
2. Vigas de piso		
2.1 Construcciones en general	L/360	L/300
2.2 Pasarelas peatonales	-	L/400 o L/1 200 ^{*)}
L = Luz efectiva de la viga.		
*) La restricción mayor rige para sistemas enrejados, cuando se aplique el cálculo de flecha aproximado (ver 7.2.4.6).		

Comentario 6.1

Los efectos de vibración deberán atenderse mediante procedimientos y recomendaciones establecidas en las normas de referencia.

9.2 Las derivas laterales de la estructura deberán satisfacer conforme a NSE3

FIN DEL CAPÍTULO 9

CAPÍTULO 10 — COMPATIBILIDAD DE DEFLEXIONES LATERALES

10.1 Deberá examinarse la compatibilidad de rigideces entre el sistema de resistencia lateral y el cerramiento perimetral o particiones internas. En caso de que éstos últimos sean más rígidos en su plano que la estructura de madera, deberá resolverse la incompatibilidad.

FIN DEL CAPÍTULO 10

CAPÍTULO 11 — REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.1 PENDIENTE

FIN DEL CAPÍTULO 11