

NEC

NORMA ECUATORIANA
DE LA CONSTRUCCIÓN

CARGAS (NO SÍSMICAS)



CÓDIGO
NEC - SE - CG

Econ. Diego Aulestia Valencia
Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda

Econ. Luis Felipe Guevara Urquiza
Subsecretario de Hábitat y Asentamientos Humanos

Arq. Rubén Darío Paredes Cortez
Subsecretario de Vivienda

Arq. Jose Antonio Toral Valdivieso
Director de Hábitat y Asentamientos Humanos

Arq. Jose Antonio Martín Erquicia
Coordinador de proyecto

Textos:

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI)
Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON)

Producción Editorial:

Dirección de Comunicación Social, MIDUVI

Diciembre 2014

ISBN:0000000000

■ Prólogo

Al Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, ente rector de las políticas de hábitat y vivienda a nivel nacional, le corresponde formular la normativa que propicie el desarrollo ordenado y seguro de los Asentamientos Humanos, la densificación de las ciudades y el acceso a la vivienda digna.



Bajo ese marco, y considerando además que nuestro país está localizado en una zona calificada de alto riesgo sísmico, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda llevó a cabo un proceso de actualización de la Normativa Técnica referente a la Seguridad Estructural de las Edificaciones (Código Ecuatoriano de la Construcción de 2001). Esta labor fue realizada en conjunto con la Cámara de la Industria de la Construcción, entidad que coordinó el desarrollo de varios documentos normativos a través de comités de expertos de entidades públicas, del sector privado y representantes de instituciones académicas. Se realizaron talleres de trabajo con los profesionales del sector y se aplicaron las mejores prácticas internacionales en el ámbito de la edificación.

El objetivo fue determinar nuevas normas de construcción de acuerdo a los avances tecnológicos a fin de mejorar los mecanismos de control en los procesos constructivos, definir principios mínimos de diseño y montaje en obra, velar por el cumplimiento de los principios básicos de habitabilidad, y fijar responsabilidades, obligaciones y derechos de los actores involucrados en los procesos de edificación.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción pretende dar respuesta a la demanda de la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad y la seguridad de las edificaciones, persiguiendo a su vez, proteger al ciudadano y fomentar un desarrollo urbano sostenible

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Diego Aulestia Valencia', written over a horizontal line.

Econ. Diego Aulestia Valencia
Ministro de Desarrollo Urbano y Vivienda

TABLA DE DATOS

NOMBRE DEL DOCUMENTO HABILITANTE	FECHA
Expedición mediante Acuerdo Ministerial Nro. 0028	19 de agosto de 2014
MIDUVI, Registro Oficial, Año II, Nro. 319	26 de agosto de 2014
Actualización mediante Acuerdo Ministerial Nro. 0047	15 de diciembre de 2014
MIDUVI, Registro Oficial, Año II, Nro. 413	10 de enero de 2015

LISTADO DE PERSONAS Y ENTIDADES PARTICIPANTES

INSTITUCIÓN	NOMBRE
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	Ing. José Vicente Chiluisa Ochoa
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	Arq. Francesca Blanc
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	Ab. Jonathan Santiago Gómez Pumagualle
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda	Arq. Jose David Saura Gonzalez
Cámara de la Industria de la Construcción	Ing. Hermel Flores Maldonado
Cámara de la Industria de la Construcción	Ing. Ginno Manciatì Jaramillo
Colegio de Ingenieros Mecánicos de Pichincha	Ing. Carlos Baldeón Valencia
Escuela Politécnica Nacional	Ing. Sigifredo Décimo Díaz Mendoza
Escuela Politécnica Nacional	Ing. Patricio Honorato Placencia Andrade
Escuela Politécnica Nacional	Arq. Félix Policarpo Vaca Moncayo
Escuela Politécnica Nacional	Ing. Hugo Alfonso Yépes Arosteguí
Universidad San Francisco de Quito	Ing. Telmo Andrés Sánchez Graunauer
Universidad San Francisco de Quito	Dr. Fabricio Oswaldo Yépez Moya
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Ing. Oswaldo Marcelo Guerra Avendaño
Pontificia Universidad Católica del Ecuador	Ing. Guillermo Ricardo Realpe Rivadeneira
Universidad Central del Ecuador	Msc. Ing. Hernán Estupiñan Maldonado
American Concrete Institute	Ing. Juan Carlos Garcés P.
FRACTALES Cia. Ltda.	Dr. Vinicio Andrés Suárez Chacón
GEOESTUDIOS S.A.	Dr. Xavier Fernando Vera Graunauer
Cambridge Consultores de Desarrollo S.A.	Ing. José Andrés Vallejo Bermeo
Cambridge Consultores de Desarrollo S.A.	Ing. Michael Joseph Maks Davis
Cambridge Consultores de Desarrollo S.A.	Ing. Mathieu Lamour
Cambridge Consultores de Desarrollo S.A.	Dr. Mauro Pompeyo Niño Lázaro
Cambridge Consultores de Desarrollo S.A.	Dr. Miguel Angel Jaimes Téllez
Consultor Particular	Dr. Pedro Pablo Rojas Cruz
Consultor Particular	Ing. Jaime Enrique García Alvear
Consultor Particular	Ing. Fabián Enrique Espinosa Sarzosa
Consultor Particular	Ing. Jorge Luis Palacios Riofrío
Consultor Particular	Ing. Jorge Enrique Orbe Velalcázar
Consultor Particular	Msc. Ing. Alex Francisco Albuja Espinosa

NEC

NORMA ECUATORIANA
DE LA CONSTRUCCIÓN

CARGAS (NO SÍSMICAS)

Ministerio
de **Desarrollo**
Urbano y Vivienda



CÓDIGO
NEC - SE - CG

CONTENIDO

1.	Generalidades	5
1.1.	Introducción general.....	5
1.2.	Definiciones.....	5
1.2.1.	Definiciones generales	5
1.2.2.	Definiciones propias a la NEC-SE-CG	5
1.3.	Símbolos y unidades.....	7
1.3.1.	Unidades.....	7
1.3.2.	Simbología.....	7
1.4.	Marco normativo.....	9
1.4.1.	Normas ecuatorianas de la construcción	9
1.4.2.	Normas extranjeras usadas para la norma NEC-SE-CG de las NECs.....	9
2.	Alcance del capítulo.....	10
2.1.	Clasificación de las cargas.....	10
2.2.	Alcance.....	10
2.2.1.	Cargas tratadas en las NECs	10
2.2.2.	Cargas no tratadas	10
2.2.3.	Combinaciones de cargas	10
3.	Cargas y combinaciones de cargas	11
3.1.	Cargas permanentes.....	11
3.1.1.	Materiales (estructurales y no estructurales)	11
3.1.2.	Instalaciones.....	11
3.1.3.	Cargas geológicas.....	11
3.2.	Cargas variables	11
3.2.1.	Carga viva (sobrecargas de uso)	11
3.2.2.	Reducción de las cargas vivas	11
3.2.3.	Reducción de sobrecarga en cubiertas	13
3.2.4.	Cargas por viento	14
3.2.5.	Cargas de granizo	17
3.3.	Cargas accidentales.....	18
3.3.1.	Cargas sísmicas	18
3.3.2.	Incendio, choques de vehículos, etc.	18
3.4.	Combinaciones de cargas.....	18
3.4.1.	Símbolos y notación	18
3.4.2.	Generalidades	18
3.4.3.	Combinación para el diseño por última resistencia.....	19
4.	Apéndice: valores de las cargas muertas y vivas	21
4.1.	Carga muerta: pesos de los materiales	21
4.2.	Carga viva: sobrecargas mínimas.....	25
4.2.1.	Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas L_0 , y concentradas P_0	25
4.2.2.	Casos particulares.....	30
4.3.	Esquema conceptual de la NEC-SE-CG.....	32

Índice de tablas

Tabla 1: símbolos a ser usados en la norma NEC-SE-CG	9
Tabla 2: Factor de sobrecarga del elemento de soporte K_{LL}	13
Tabla 3: factores de reducción R_1	14
Tabla 4: factores de reducción R_2	14
Tabla 5: Coeficiente de corrección	15
Tabla 6: Determinación del factor de forma C_f	16
Tabla 7: Determinación simplificada del factor de forma C_f	17
Tabla 8: Pesos unitarios de materiales de construcción	24
Tabla 9: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0 , y concentradas P_0	30

Índice de tablas

Figura 1: Esquema conceptual de la NEC-SE-CG 32

1. Generalidades

1.1. Introducción general

El [NEC-SE-CG](#) trata de las cargas permanentes (principalmente debidas al peso propio), de las cargas variables (cargas vivas y cargas climáticas) y de sus combinaciones.

Las combinaciones de cargas incluyen las cargas accidentales tratadas en las [NEC-SE-DS](#) y [NEC-SE-RE](#) (cargas sísmicas). Las otras cargas no serán incluidas en los cálculos.

Las autoridades competentes como fiscalizadoras y superintendentes de obra, tienen la obligación de ordenar la realización de los ensayos que determinen las propiedades físicas y mecánicas de los materiales y verificar que estos cumplan con las especificaciones y normas correspondientes.

1.2. Definiciones

1.2.1. Definiciones generales

DISEÑO POR ÚLTIMA RESISTENCIA

Método de diseño que permite tener en cuenta los modos de comportamiento que ponen en peligro la estabilidad de la construcción o de una parte de ella, o su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga. Los segundos incluyen la ocurrencia de daños económicos o la presentación de condiciones que impiden el desarrollo adecuado de las funciones para las que se haya proyectado la construcción.

DISEÑO POR ESFUERZOS DE TRABAJO

Calculo de la unidad de esfuerzo máximo permitida para el cálculo de un elemento estructural, supeditada a la carga de trabajo.

1.2.2. Definiciones propias a la NEC-SE-CG

CARGAS PERMANENTES (CARGA MUERTA)

Las cargas permanentes están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales que actúan en permanencia sobre la estructura. Son elementos tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.

CARGA VIVA

La carga viva, también llamada sobrecargas de uso, que se utilizara en el cálculo depende de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras.

COEFICIENTE DE ENTORNO/ALTURA

El coeficiente de entorno/altura C_e es un factor de corrección que tiene en cuenta el grado de exposición al viento del elemento considerado.

FACTOR (O COEFICIENTE) DE FORMA

El coeficiente de forma C_f es un factor de corrección que tiene en cuenta la situación del elemento dentro de la fachada (véase [Tabla 6](#) y [Tabla 7](#))

VELOCIDAD CORREGIDA DE VIENTO

La velocidad corregida de viento V_b corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un período de 10 minutos, medida en una zona plana y desprotegida frente al viento, a una altura de 10 metros sobre el suelo.

1.3. Símbolos y unidades

1.3.1. Unidades

- Aceleraciones: m^2/s
- Alturas: m
- Áreas: m^2
- Fuerzas y cargas: kN o kN/m^2
- Masas: kg
- Periodos: s
- Peso específico: kg/m^3
- Presión: Pa o N/m^2
- Resistencias: kPa
- Velocidad: m/s

1.3.2. Simbología

Símbolo	Descripción
A_T	Área tributaria
C_e	Coefficiente de entorno o altura
C_f	Coefficiente de forma
D	Carga permanente, carga muerta (peso propio)
E	Carga de sismo
F	Pendiente de la cubierta
H	Carga por la presión lateral de suelo, presión de agua en el suelo, o presión de materiales a granel

Símbolo	Descripción
H_s	Altura de acumulación del granizo
K_{LL}	Factor de sobrecarga según el elemento de soporte (véase Tabla 2)
L	Sobrecarga distribuida aplicada sobre el área tributaria del elemento de soporte
L	Sobrecarga (carga viva)
L_o	Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, aplicada sobre el área tributaria del elemento de soporte (no reducida en cubierta según proyección horizontal)
L_r	Sobrecarga reducida de cubierta en proyección horizontal
L_r	Sobrecarga cubierta (carga viva)
LRFD	Método de última resistencia (del inglés: <i>Load and Resistance Factor Design</i>)
msnm	metros sobre el nivel del mar
P	Presión de cálculo del viento
P_o	Sobrecargas mínimas concentradas
R_1 y R_2	Factores de reducción utilizados para la sobrecarga en cubiertas planas, inclinadas y curvas
ρ_s	Peso específico del granizo (en defecto: 1000)
σ	Coeficiente de corrección
S	Carga de granizo

Símbolo	Descripción
V	Velocidad instantánea máxima del viento, registrada a 10 m de altura sobre el terreno
V_b	Velocidad corregida del viento
W	Carga de viento
ρ	Densidad del aire

Tabla 1: símbolos a ser usados en la norma NEC-SE-CG

1.4. Marco normativo

1.4.1. Normas ecuatorianas de la construcción

- **NEC-SE-CG**: Cargas (no sísmicas)
- **NEC-SE-DS**: Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente
- **NEC-SE-RE**: Riesgo sísmico, Evaluación, Rehabilitación de estructuras
- **NEC-SE-GM**: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones
- **NEC-SE-HM**: Estructuras de Hormigón Armado
- **NEC-SE-AC**: Estructuras de Acero
- **NEC-SE-MP**: Estructuras de Mampostería Estructural
- **NEC-SE-MD**: Estructuras de Madera
- **NEC-SE-VIVIENDA**: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m

1.4.2. Normas extranjeras usadas para la norma NEC-SE-CG de las NECs

Las normas referente de la presente **NEC-SE-CG** son:

- **ASCE7-10**: Minimum Design Loads for Buildings and other Structures (Standard ASCE/SEI-7-10)
- **NSR-10**: Título A del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10

2. Alcance del capítulo

2.1. Clasificación de las cargas

De manera general, se clasificarán las cargas como:

- Permanentes,
- Variables,
- Accidentales.

2.2. Alcance

2.2.1. Cargas tratadas en las NECs

La [NEC-SE-CG](#) constituye un marco general para el calculista y diseñador de estructuras. Las cargas a considerar en el cálculo y diseño de todo tipo de estructuras son las siguientes:

- cargas permanentes (cargas muertas mínimas en particular),
- cargas variables (cargas vivas, viento y granizo).

Serán complementadas por las cargas accidentales que son las cargas sísmicas (en construcción nueva y en rehabilitación), objeto de las normas [NEC-SE-DS](#) y [NEC-SE-RE](#).

2.2.2. Cargas no tratadas

No se tomarán en cuenta:

- las cargas temporales debidas a los procesos constructivos,
- las cargas dinámicas de viento,
- las cargas o aceleraciones debidas a vehículos en movimiento, explosión, hundimiento de cimentaciones y otras debidas a fenómenos naturales.

2.2.3. Combinaciones de cargas

Las construcciones en general deberán diseñarse para resistir las combinaciones de:

- cargas permanentes,
- cargas variables (cargas vivas, también llamadas sobrecargas de uso, cargas estáticas por viento y cargas de granizo),
- cargas accidentales (acciones sísmicas: véase las normas [NEC-SE-DS](#) y [NEC-SE-RE](#))

3. Cargas y combinaciones de cargas

3.1. Cargas permanentes

Las cargas permanentes (o cargas muertas) están constituidas por los pesos de todos los elementos estructurales, tales como: muros, paredes, recubrimientos, instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas, máquinas y todo artefacto integrado permanentemente a la estructura.

3.1.1. Materiales (estructurales y no estructurales)

Las cargas permanentes serán tomadas en cuenta de acuerdo con lo expuesto en el apéndice 4.

Para los elementos no encontrados en el apéndice 4, se deberá describir y justificar los datos elegidos en la memoria de cálculo.

3.1.2. Instalaciones

El diseñador buscará las informaciones ante el productor o distribuidor del producto considerado, y justificará las cargas usadas en los cálculos.

3.1.3. Cargas geológicas

Véase norma [NEC-SE-GM](#) (Geotecnia y Diseño de Cimentaciones).

3.2. Cargas variables

3.2.1. Carga viva (sobrecargas de uso)

Las sobrecargas que se utilicen en el cálculo dependen de la ocupación a la que está destinada la edificación y están conformadas por los pesos de personas, muebles, equipos y accesorios móviles o temporales, mercadería en transición, y otras.

Las sobrecargas mínimas a considerar son indicadas en el apéndice [4.2](#). Se presentan valores de carga uniforme (kN/m^2) y de carga concentrada (kN).

3.2.2. Reducción de las cargas vivas

a. Alcance

Todas las sobrecargas distribuidas que se indican en la [Tabla 9](#): Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0 , y concentradas P_0 del apéndice [4.2](#) se podrán reducir de acuerdo con lo expuesto en los elementos que siguen.

b. Limitaciones

No se podrá reducir las sobrecargas en los casos expuesto a seguir.

Sobrecargas en cubiertas: Véase la sección [3.2.3](#).

Cargas sobrecargas pesadas

- No se reducirá la sobrecarga cuando el valor de la carga viva sea mayor a 4.8 kN/m².
- Cuando existan sobre el elemento de soporte dos o más pisos, se podrá reducir de 20% la sobrecarga.

Estacionamientos para vehículos de pasajeros

- No se reducirá la sobrecarga en estacionamientos para vehículos de pasajeros
- Cuando existan sobre el elemento de soporte dos o más pisos, se podrá reducir de 20% la sobrecarga.

Ocupaciones especiales

No se permite reducción de sobrecargas en lugares de reuniones públicas.

Limitaciones para losas en una dirección

El área tributaria A_T para losas en una dirección, no podrá exceder una superficie definida por un ancho de la losa, normal a la luz, igual a 1.5 veces la luz principal de la losa y la luz de la losa.

c. Caso general

Sujeto a las limitaciones anteriormente expuestas, se calculará la carga reducida de los elementos estructural como sigue:

$$\text{Si } K_{LL}A_T \geq 35 \text{ m}^2 : L = L_o \left(0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}A_T}} \right)$$

Dónde:

- L** Sobrecarga distribuida en kN/m², aplicada sobre el área tributaria del elemento de soporte.
- L_o** Sobrecarga distribuida sin reducir, aplicada sobre el área tributaria del elemento de soporte, según la [Tabla 9](#) del apéndice [4.2](#).
- K_{LL}** Factor de sobrecarga según el elemento de soporte, ver la [Tabla 2](#).
- A_T** Área tributaria en metros cuadrados

L no será menor que:

- *0.5L_o para elementos que soportan un solo piso*
- *0.4L_o para elementos que soportan dos pisos o más.*

Elemento	K_{LL}^a
Columnas	
Columnas interiores	4
Columnas exteriores sin losas en volado	4
Columnas de borde con losas en volado	3
Columnas esquineras con losas en volado	2
Vigas de borde sin losas en volado	2
Vigas interiores	2
Todos los demás elementos no identificados incluyendo:	
Vigas de borde con losas en volado	1
Vigas en volado	
Losas en una dirección	
Losas en dos direcciones	
Elementos que no tengan mecanismos de transferencia de cortante normal a la dirección de la luz	

Tabla 2: Factor de sobrecarga del elemento de soporte K_{LL}

3.2.3. Reducción de sobrecarga en cubiertas

En la región andina y sus estribaciones, sobre la cota de 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm), no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.

Se permite la reducción de la carga viva, L_o , determinada mediante la [Tabla 9](#) del apéndice [4.2](#), de acuerdo a los siguientes parámetros.

a. Reducción de sobre cargas para cubiertas planas, inclinadas y curvas

Se permite reducir la sobrecarga de cubierta de conformidad con la siguiente ecuación:

$$L_r = L_o R_1 R_2$$

Dónde:

L_r Sobrecarga reducida de cubierta en proyección horizontal, en kN/m^2 ; $0.60 \leq L_r \leq 1$

L_o Sobrecarga no reducida de cubierta en proyección horizontal, en kN/m^2

R_1 y R_2 Factores de reducción de conformidad con las [Tabla 3](#) y [Tabla 4](#)

Condición	R ₁
$A_T \leq 18.00m^2$	1
$18.00m^2 < A_T < 56.00m^2$	$1.2 - 0.011A_T$
$A_T \geq 56.00m^2$	0.6

Tabla 3: factores de reducción R₁

Dónde:

A_T Área tributaria en metros cuadrados soportada por el elemento

Condición	R ₂
$F \leq 33.33\%$	1
$33.33\% < F < 100\%$	$1.2 - 0.006F$
$F \geq 100\%$	0.6

Tabla 4: factores de reducción R₂

Dónde

F Pendiente de la cubierta (%)

b. Cubiertas para propósitos especiales

En las cubiertas que tengan una ocupación para jardines u otros propósitos especiales, se permite la reducción de acuerdo con lo expuesto en la sección [3.2.2](#).

3.2.4. Cargas por viento

a. Velocidad instantánea máxima del viento

La velocidad de diseño para viento hasta 10 m de altura será la adecuada a la velocidad máxima para la zona de ubicación de la edificación, pero no será menor a 21m/s (75 km/h).

b. Velocidad corregida del viento

La velocidad instantánea máxima del viento se multiplicará por un coeficiente de corrección σ que depende de la altura y de las características topográficas y/o de edificación del entorno (nivel de exposición al viento), de acuerdo con la [Tabla 5](#).

$$V_b = V \cdot \sigma$$

Dónde:

V_b velocidad corregida del viento en m/s;

V velocidad instantánea máxima del viento en m/s, registrada a 10 m de altura sobre el terreno;

Las características topográficas se reparten en 3 categorías:

- Categoría A (sin obstrucción): edificios frente al mar, zonas rurales o espacios abiertos sin obstáculos topográficos.
- Categoría B (obstrucción baja): edificios en zonas suburbanas con edificación de baja altura, promedio hasta 10m.
- Categoría C (zona edificada): zonas urbanas con edificios de altura.

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

Tabla 5: Coeficiente de corrección σ

c. Cálculo de la presión del viento

Se considera que la acción del viento actúa como presión sobre los elementos de fachada. Para determinar la resistencia del elemento frente al empuje del viento, se establece una presión de cálculo **P**, cuyo valor se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot c_e \cdot c_f$$

Dónde:

P Presión de cálculo expresada en Pa (N/m²)

ρ Densidad del aire expresada en Kg/m³ (En general, se puede adoptar 1.25 Kg/m³)

c_e Coeficiente de entorno/altura

c_f Coeficiente de forma (apartado [d](#) de la presente sección [3.2.4](#))

d. Factor de forma C_f

Determinación de C_f

Se determinara C_f de acuerdo con la tabla siguiente:

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

Tabla 6: Determinación del factor de forma C_f

NOTA:

- El signo positivo (+) indica presión
- El signo negativo (-) indica succión

Determinación simplificada de c_f

Para contener en forma sencilla todas las posibilidades, se podrá utilizar los siguientes valores para determinar el coeficiente C_f :

Construcción	Coefficiente C_f
Elementos situados en patios interiores, cuyo ancho es inferior a la altura del edificio y sin conexión con el espacio exterior por su parte inferior, así como ventanas interiores (en el caso de que se dispongan dobles ventanas)	0.3
Elementos en fachadas protegidas en edificios alineados en calles rectas, a una distancia de la esquina, mayor que la altura de la edificación, en bloques exentos en la parte central de una fachada, de longitud mayor que el doble de la altura o en patios abiertos a fachadas o patios de manzana	0.8
Elementos en fachadas expuestas en edificaciones aisladas o fachadas de longitud menor que el doble de la altura	1.3
Elementos en fachadas muy expuestas, situados al borde de la orilla de lagos o del mar, próximos a escarpaduras, laderas de fuerte inclinación, desfiladeros, y otros	1.5

Tabla 7: Determinación simplificada del factor de forma C_f

3.2.5. Cargas de granizo

Se considerará una acumulación del granizo en corto tiempo.

Se debe tomar en cuenta para regiones del país con más de 1500 msnm, las cargas de granizo S , tal como se especifica en los siguientes párrafos.

La carga de granizo S se determinará por la siguiente formulación:

$$S = \rho_G \cdot H_S$$

Dónde:

ρ_G Peso específico del granizo (en defecto: 1000 Kg/m³)

H_S Altura de acumulación (m)

Para cubiertas con pendientes menores del 15%

Se debe considerar una carga de granizo mínima de 0.50 kN/m²

Para cubiertas con pendientes menores del 5%

Se debe considerar una carga de granizo mínima de 1.0 kN/m^2

En los sitios donde sea necesario considerar la carga de granizo, se adicionará una sobrecarga de 1.0 kN/m^2 en las áreas de los aleros, en un ancho del 10% de la luz libre, medido desde el borde hacia el apoyo y no menor a 1000 mm.

3.3. Cargas accidentales

3.3.1. Cargas sísmicas

El diseñador se referirá a los códigos:

- [NEC-SE-DS](#): Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente
- [NEC-SE-RE](#): Riesgo sísmico, Evaluación, Rehabilitación de estructuras

3.3.2. Incendio, choques de vehículos, etc.

En la presente versión de la [NEC-SE-CG](#), no se tomarán en cuenta estas cargas.

3.4. Combinaciones de cargas

3.4.1. Símbolos y notación

Conforme a lo expuesto en la sección [1.3](#), se utilizan los siguientes símbolos en la expresión de las combinaciones de cargas que deberán tomarse en cuenta:

D	Carga permanente
E	Carga de sismo
L	Sobrecarga (carga viva)
L_r	Sobrecarga cubierta (carga viva)
S	Carga de granizo
W	Carga de viento

3.4.2. Generalidades

Cualquiera sea la estructura considerada, se deberán respetar todas las combinaciones expuestas en la sección [3.4.3](#).

3.4.3. Combinación para el diseño por última resistencia

a. Combinaciones básicas

Cuando sea apropiado, se deberá investigar cada estado límite de resistencia. Los efectos más desfavorables, tanto de viento como de sismo, no necesitan ser considerados simultáneamente.

Las estructuras, componentes y cimentaciones, deberán ser diseñadas de tal manera que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas, de acuerdo a las siguientes combinaciones:

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L_r ; S ; R]

Combinación 3*

1.2 D + 1.6 max[L_r ; S ; R] + max[L ; 0.5W]

Combinación 4*

1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L_r ; S ; R]

Combinación 5*

1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S

Combinación 6

0.9 D + 1.0 W

Combinación 7

0.9 D + 1.0 E

**Para las combinaciones 3, 4 y 5: L=0.5 kN/m² si L₀≤4.8 kN/m² (excepto para estacionamientos y espacios de reuniones públicas).*

b. Excepciones

- Si $L_o \leq 4.8 \text{ kN/m}^2$: el factor de incremento de carga para **L** en las combinaciones 3, 4 y 5, puede ser 0.5 (véase el apéndice [4.2](#)), con excepción de las aéreas destinadas a estacionamientos y reuniones públicas
- Cuando la carga **H** (carga por presión lateral) esté presente, se incluirá como sigue:
 - $1.6H$, cuando el efecto de **H** contribuye a la acción de otras cargas sobre la estructura.
 - $0.9H$, cuando el efecto de **H** contrarreste la acción de otras cargas sobre la estructura.
 - El factor de incremento de carga para **H**, se puede considerar igual a cero, si la acción estructural debido a **H** contrarresta o neutraliza la acción debida a **W** ó **E**.
- La aplicación de la carga **S** (carga de granizo) en las combinaciones 2, 4 y 5, será considerada como carga de granizo en cubiertas planas o en cubiertas con pendiente.
- La carga sísmica **E**, será determinada de acuerdo al capítulo de peligro sísmico y diseño sismo resistente de la NEC (véase la [NEC-SE-DS](#)).

4. Apéndice: valores de las cargas muertas y vivas

4.1. Carga muerta: pesos de los materiales

En la [Tabla 8](#) se muestran los valores de los pesos para los materiales de uso más frecuente.

Material	Peso Unitario kN/m ³
A. Rocas	
Basalto	29.0 - 30.0
Granito	26.0 - 28.0
Andesita	26.0 - 28.0
Sienita	27.0 - 29.0
Pórfido	26.0 - 27.0
Gabro	29.0 - 31.0
Arenisca	26.0 - 27.5
Calizas compactas y mármoles	27.0 - 28.0
Pizarra para tejados	28.0
B. Piedras artificiales	
Adobe	16.0
Amianto-cemento	20.0
Baldosa cerámica	18.0
Baldosa de gres	19.0
Hormigón simple	22.0
Hormigón armado	24.0
Ladrillo cerámico prensado (0 a 10% de huecos)	19.0
Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)	14.0
Ladrillo cerámico hueco (40 a 50% de huecos)	10.0
Ladrillo artesanal	16.0

Material	Peso Unitario kN/m³
Bloque hueco de hormigón	12.0
Bloque hueco de hormigón alivianado	8.5
C. Materiales granulares	
Arena seca	14.5
Arena húmeda	16.0
Arena saturada	18.0
Arena de pómez seca	7.0
Ripio seco	16.0
Ripio húmedo	20.0
Grava (canto rodado)	16.0
Gravilla seca	15.5
Gravilla húmeda	20.0
Tierra seca	14.0
Tierra húmeda	18.0
Tierra saturada	20.0
D. Morteros	
Cemento compuesto y arena 1:3 a 1: 5	20.0
Cemento compuesto cal y arena	18.0
Cal y arena	16.0
Yeso	10.0
E. Metales	
Acero	78.5
Aluminio	27.0
Bronce	85.0

Material	Peso Unitario kN/m³
Cobre	89.0
Estaño	74.0
Fundición gris	72.0
Latón	85.0
Plomo	114.0
Zinc	72.0
F. Materiales diversos	
Alquitrán	12.0
Asfalto	13.0
Cal	12.0
Hielo	9.0
Libros y documentos	8.5
Papel	11.0
Plástico en planchas	21.0
Vidrio plano	26.0
Elementos secundarios	
G. Contrapisos y recubrimientos	kN/m²
Baldosa de mármol reconstituido, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.22
Baldosa de cerámica, con mortero de cemento: por cada cm, de espesor	0.20
Contrapiso de hormigón ligero simple, por cada cm, de espesor	0.16
Contrapiso de hormigón simple, por cada cm, de espesor	0.22
H. Cielorrasos y Cubiertas	kN/m²
De yeso sobre listones de madera (incluidos los listones)	0.20
De mortero de cemento compuesto de cal y arena	0.55

Material	Peso Unitario kN/m³
Plancha ondulada de fibrocemento: de 8 mm de espesor	0.20
de 6 mm de espesor	0.15
Chapa ondulada de acero galvanizado: de 0,5 mm de espesor	0.07
de 0.8 mm de espesor	0.09
de 1.3 mm de espesor	0.14
Teja de barro cocido sin mortero	0.50
Teja plana con mortero de cemento	0.85
Teja de hormigón con mortero	1.15

Tabla 8: Pesos unitarios de materiales de construcción

4.2. Carga viva: sobrecargas mínimas

4.2.1. Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas L_0 , y concentradas P_0

En la [Tabla 9](#) se muestran los valores de cargas (uniforme y/o concentrada) de acuerdo con la ocupación o los usos:

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Almacenes		
Venta al por menor		
Primer piso	4.80	4.50
Pisos superiores	3.60	4.50
Venta al por mayor. Todos los pisos	6.00	4.50
Armerías y salas de instrucción militar	7.20	
Áreas de reunión y teatros		
Asientos fijos	2.90	
Áreas de recepción	4.80	
Asientos móviles	4.80	
Plataformas de reunión	4.80	
Escenarios	7.20	
Áreas de almacenamiento sobre techos	1.00	
Barreras vehiculares	Véase sección 4.5 ASCE 7-10	
Balcones	4.80	
Bibliotecas		
Salas de lectura	2.90	4.50
Estanterías	7.20 ^c	4.50
Corredores en pisos superiores a planta baja	4.00	4.50

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
<p>° Estas cargas se aplican en espacios de almacenamiento de bibliotecas y librerías que soportan anaqueles fijos con doble acceso, sujetos a las siguientes limitaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • altura máxima de 2300 mm, • ancho máximo de 300 mm por lado de acceso • distancia entre anaqueles mayor o igual a 900 mm. 		
Bodegas de almacenamiento (serán diseñadas para la mayor carga prevista) Livianas Pesada	 6.00 12.00	
Coliseos (ver estadios y graderíos)		
Comedores y restaurantes	4.80	
Construcción ligera de placa de piso sobre un área de 625 mm²		0.90
Corredores-pasarelas-plataformas para mantenimiento	2.00	1.33
Corredores Primer Piso Otros pisos de igual ocupación, excepto si existe otra indicación	 4.80	

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Cubiertas		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		
En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.		
Departamentos (ver Residencias)		
Edificios de oficinas		
Salas de archivo y computación (se diseñará para la mayor carga prevista)		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.80	9.00
Oficinas	2.40	9.00
Corredores sobre el primer piso	4.00	9.00
Escaleras fijas	Ver sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Escaleras y rutas de escape	4.80	g
Únicamente residencias unifamiliares y bifamiliares	2.00	
⁹ Cuando la sobrecarga reducida de cubierta (menor a 1.0 N/m ²), calculada de conformidad con el 3.2.1 , sea utilizada para el diseño de miembros estructurales continuos, la sobrecarga se aplicará en dos tramos adyacentes y en tramos alternados para obtener las máximas solicitaciones.		

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Estadios y coliseos		
Graderíos	4.80 ^d	
Asientos fijos	3.00 ^d	
^d Adicional a las cargas vivas verticales, el diseño incluirá fuerzas horizontales aplicadas a cada fila de asientos, como sigue: <ul style="list-style-type: none"> • 400 N/m en dirección paralela, • 150 N/m en dirección perpendicular. Estas fuerzas no serán consideradas en forma simultánea.		
Fábricas/Industria/Manufactura		
Livianas	6.00	9.0
Pesadas	12.00	13.40
Garaje (únicamente vehículos para pasajeros)	2.0 ^{a,b}	
Camiones y buses	a,b	
^a Los pisos de estacionamientos o partes de los edificios utilizados para almacenamiento de vehículos, serán diseñados para las cargas vivas uniformemente distribuidas de esta tabla o para las siguientes cargas concentradas: <ul style="list-style-type: none"> • Para vehículos particulares (hasta 9 pasajeros) actuando en una superficie de 100 mm por 100 mm, 13.4 kN; y • Para losas en contacto con el suelo que son utilizadas para el almacenamiento de vehículos particulares, 10 kN por rueda. ^b Los estacionamientos para camiones y buses serán diseñados por algún método recomendado por AASHTO, MTOP, que contenga las especificaciones para cargas de camiones y buses.		
Gimnasios	4.80	
Graderíos para estadios y similares	4.80 ^d	
^d véase Estadios y coliseos		
Hoteles (ver residencias)		

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares		
Habitaciones	2.00	
Salones de uso público y sus corredores	4.80	
Salas de baile	4.80	
Salas de billar, bolos y otras áreas de recreación similares	3.60	
Salida de emergencia	4.80	
Únicamente para residencias unifamiliares	2.00	
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Soportes para luces cenitales y cielos rasos accesibles		0.90
Unidades educativas		
Aulas	2.00	4.50
Corredores segundo piso y superior	4.00	4.50
Corredores primer piso	4.80	4.50
Veredas, áreas de circulación vehicular y patios que puedan estar cargados por camiones	12.00	35.60 ^e
^e La carga concentrada de rueda será aplicada en un área de 100 mm x 100 mm		

Tabla 9: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0 , y concentradas P_0

Las cubiertas con propósitos especiales, serán diseñadas con las sobrecargas calculadas apropiadamente. En ningún caso la sobrecarga será menor a las indicadas en esta tabla.

En los sitios donde sea necesario considerar la carga de granizo, se adicionará una sobrecarga de 1.0 kN/m² en las áreas de los aleros, en un ancho del 10% de la luz libre, medido desde el borde hacia el apoyo y no menor a 1000 mm.

4.2.2. Casos particulares

Se presentan a seguir las limitaciones de los valores presentados en la [Tabla 9](#) del apéndice [4.2](#):

Bibliotecas: estanterías

Estas cargas se aplican en espacios de almacenamiento de bibliotecas y librerías que soportan anaqueles fijos con doble acceso, sujetos a las siguientes limitaciones:

- altura máxima de 2300 mm,
- ancho máximo de 300 mm por lado de acceso,
- distancia entre anaqueles mayor o igual a 900 mm.

Garajes

Los pisos de estacionamientos o partes de los edificios utilizados para almacenamiento de vehículos, serán diseñados para las cargas vivas uniformemente distribuidas de la [Tabla 9](#) o para las siguientes cargas concentradas:

- Para vehículos particulares (hasta 9 pasajeros) actuando en una superficie de 100 mm por 100 mm, 13.4 kN; y

- Para losas en contacto con el suelo que son utilizadas para el almacenamiento de vehículos particulares, 10 **kN** por rueda.

Los estacionamientos para camiones y buses serán diseñados por algún método recomendado por AASHTO, MTOP, que contenga las especificaciones para cargas de camiones y buses.

Escaleras y rutas de escape

Cuando la sobrecarga reducida de cubierta (menor a 1.0 **N/m²**), calculada de conformidad con e la sección **3.2.1**, sea utilizada para el diseño de miembros estructurales continuos, la sobrecarga se aplicará en dos tramos adyacentes y en tramos alternados para obtener las máximas solicitaciones.

Estadios y coliseos

Adicional a las cargas vivas verticales, el diseño incluirá fuerzas horizontales aplicadas a cada fila de asientos, como sigue: 400 **N/m** en dirección paralela y 150 **N/m** en dirección perpendicular. Estas fuerzas no serán consideradas en forma simultánea.

Cubiertas:

En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 **m** sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.

Véase también la sección **3.2.5**.

Veredas, áreas de circulación vehicular y patios cargados por camiones

La carga concentrada de rueda será aplicada en un área de 100 **mm** x 100 **mm**

4.3. Esquema conceptual de la NEC-SE-CG



Figura 1: Esquema conceptual de la NEC-SE-CG