

**Reglamento CIRSOC 104**  
**Ministerio de Planificación Federal,**  
**Inversión Pública y Servicios**  
**Secretaría de Obras Públicas de la Nación**

**INTI**

Instituto Nacional de  
Tecnología Industrial



**CIRSOC**

Centro de Investigación de los  
Reglamentos Nacionales de  
Seguridad para las Obras Civiles



***REGLAMENTO ARGENTINO  
DE ACCIÓN DE LA  
NIEVE Y DEL HIELO SOBRE LAS  
CONSTRUCCIONES***

**Julio 2005**

En trámite de  
aprobación

**REGLAMENTO ARGENTINO DE  
ACCIÓN DE LA NIEVE Y  
DEL HIELO SOBRE  
LAS CONSTRUCCIONES**

**EDICIÓN JULIO 2005**



**Balcarce 186 1° piso - Of. 138  
(C1064AAD) Buenos Aires – República Argentina  
TELEFAX. (54 11) 4349-8520 / 4349-8524**

**E-mail:** cirsoc@inti.gov.ar  
cirsoc@mecon.gov.ar

**INTERNET:** [www.inti.gov.ar/cirsoc](http://www.inti.gov.ar/cirsoc)

*Primer Director Técnico († 1980): Ing. Luis María Machado*

*Directora Técnica: Inga. Marta S. Parmigiani*

*Coordinadora Área Acciones: Inga. Alicia M. Aragno*

*Área Estructuras de Hormigón: Ing. Daniel A. Ortega*

*Área Administración, Finanzas y Promoción: Lic. Mónica B. Krotz*

*Área Venta de Publicaciones: Sr. Néstor D. Cortí*

© 2008

**Editado por INTI  
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL  
Av. Leandro N. Alem 1067 – 7° piso - Buenos Aires. Tel. 4313-3013**

**Queda hecho el depósito que fija la ley 11.723. Todos los derechos, reservados.  
Prohibida la reproducción parcial o total sin autorización escrita del editor. Impreso en  
la Argentina.**

**Printed in Argentina.**



## **ORGANISMOS PROMOTORES**

Secretaría de Obras Públicas de la Nación  
Subsecretaría de Vivienda de la Nación  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Instituto Nacional de Prevención Sísmica  
Ministerio de Hacienda, Finanzas y Obras Públicas de la Provincia del Neuquén  
Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires  
Dirección Nacional de Vialidad  
Vialidad de la Provincia de Buenos Aires  
Consejo Inter provincial de Ministros de Obras Públicas  
Cámara Argentina de la Construcción  
Consejo Profesional de Ingeniería Civil  
Cámara Industrial de Cerámica Roja  
Asociación de Fabricantes de Cemento Pórtland  
Instituto Argentino de Normalización  
Techint  
Acindar

## **MIEMBROS ADHERENTES**

Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón  
Asociación Argentina de Hormigón Estructural  
Asociación Argentina de Hormigón Elaborado  
Asociación Argentina del Bloque de Hormigón  
Asociación de Ingenieros Estructurales  
Centro Argentino de Ingenieros  
Instituto Argentino de Siderurgia  
Telefónica de Argentina  
Transportadora Gas del Sur  
Quasdam Ingeniería  
Sociedad Central de Arquitectos  
Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica  
Colegio de Ingenieros de la Provincia de Buenos Aires  
Cámara Argentina del Aluminio y Metales Afines  
Cámara Argentina de Empresas de Fundaciones de Ingeniería Civil

## ***Reconocimiento Especial***

*El INTI-CIRSOC agradece muy especialmente a las Autoridades de la American Society of Civil Engineers (ASCE) y del Structural Engineering Institute (SEI) por habernos permitido adoptar como base para el desarrollo de este Reglamento, los Capítulos 7 y 10 del documento “Minimum Design Loads for Building and Other Structures” conocido como SEI/ASCE 7-02 (Revisión del documento ASCE 7-98).*

**ASESORES QUE INTERVINIERON EN LA REDACCIÓN DEL**

**REGLAMENTO ARGENTINO DE  
ACCIÓN DE LA NIEVE Y DEL  
HIELO SOBRE LAS  
CONSTRUCCIONES**

**CIRSOC 104**

***Ing. Raúl Curutchet***

**COLABORADORES:**

***Ing. Alicia Aragno***  
Coordinadora Área Acciones  
INTI-CIRSOC

# **ÍNDICE GENERAL**

## **ACCIÓN DE LA NIEVE SOBRE LAS CONSTRUCCIONES**

<b>CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES</b>	1
<b>CAPÍTULO 2. CARGAS DE NIEVE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, <math>p_g</math></b>	3
<b>CAPÍTULO 3. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS PLANAS, <math>p_f</math></b>	5
<b>CAPÍTULO 4. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS CON PENDIENTE, <math>p_s</math></b>	7
<b>CAPÍTULO 5. CARGAS PARCIALES</b>	11
<b>CAPÍTULO 6. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS</b>	13
<b>CAPÍTULO 7. NIEVE ACUMULADA POR ARRASTRE DEL VIENTO SOBRE CUBIERTAS MÁS BAJAS (SOMBRA AERODINÁMICA)</b>	15
<b>CAPÍTULO 8. SALIENTES DE CUBIERTA</b>	17
<b>CAPÍTULO 9. NIEVE CAÍDA POR DESLIZAMIENTO</b>	19
<b>CAPÍTULO 10. CARGA DE LLUVIA SOBRE NIEVE</b>	21
<b>CAPÍTULO 11. INESTABILIDAD POR ACUMULACIÓN DE AGUA</b>	23
<b>CAPÍTULO 12. CUBIERTAS EXISTENTES</b>	25

<b>FIGURAS</b>	27
<b>TABLAS</b>	35
<b>ANEXO a la Tabla 1-9 MAPA DE CARGA DE NIEVE ALTERNATIVO DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN</b>	53
 <b>APÉNDICES</b>	
<b>APÉNDICE A. CATEGORÍAS DE EXPOSICIÓN</b>	1
<b>APÉNDICE B. CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS PARA CARGAS DE NIEVE</b>	3
<b>APÉNDICE C. COMBINACIONES DE CARGA QUE INCLUYEN CARGAS DE NIEVE Y HIELO</b>	5
 <b>ACCIÓN DEL HIELO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES</b>	
<b>CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES</b>	63
<b>CAPÍTULO 2. DEFINICIONES</b>	65
<b>CAPÍTULO 3 - SIMBOLOGÍA</b>	67
<b>CAPÍTULO 4. CARGAS DE HIELO DEVIDAS A LLUVIA CONGELANTE</b>	69
<b>CAPÍTULO 5. VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS CUBIERTAS DE HIELO</b>	71
<b>CAPÍTULO 6. CARGA PARCIAL</b>	73
<b>CAPÍTULO 7. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO</b>	75
<b>FIGURAS</b>	77
<b>TABLAS</b>	79

# ÍNDICE

## ACCIÓN DE LA NIEVE SOBRE LAS CONSTRUCCIONES

### CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. CAMPO DE VALIDEZ	1
1.3. SIMBOLOGÍA	1
1.4. DEFINICIONES	2

### CAPÍTULO 2. CARGAS DE NIEVE SOBRE EL NIVEL DEL TERRENO, $p_g$

3

### CAPÍTULO 3. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS PLANAS, $p_f$

3.1. FACTOR DE EXPOSICIÓN, $C_e$ .	5
3.2. FACTOR TÉRMICO, $C_t$	5
3.3. FACTOR DE IMPORTANCIA, $I$	5
3.4. VALORES MÍNIMOS DE $p_f$ PARA CUBIERTAS CON BAJA PENDIENTE	5

### CAPÍTULO 4. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS CON PENDIENTE, $p_s$

4.1. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTA CÁLIDA, $C_s$	7
4.2. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTA FRÍA, $C_s$	8
4.3. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTAS CURVAS	8
4.4. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTAS DE PLACAS CON PLEGADO MÚLTIPLE, DIENTE DE SIERRA Y BÓVEDAS CILÍNDRICAS	8
4.5. DIQUES DE HIELO Y CARÁMBANOS A LO LARGO DE ALEROS	8

### CAPÍTULO 5. CARGAS PARCIALES

5.1. SISTEMAS DE VIGAS CONTINUAS	11
----------------------------------	----

5.2. OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES	11
-----------------------------------	----

## **CAPÍTULO 6. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS**

6.1. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS A DOS Y CUATRO AGUAS	13
6.2. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS CURVAS	13
6.3. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS DE PLACAS CON PLEGADO MÚLTIPLE, DIENTE DE SIERRA, Y BÓVEDAS CILÍNDRICAS CONTINUAS	14
6.4. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CÚPULAS	14

## **CAPÍTULO 7. NIEVE ACUMULADA POR ARRASTRE DEL VIENTO SOBRE CUBIERTAS MÁS BAJAS (SOMBRA AERODINÁMICA)**

7.1. CUBIERTA MÁS BAJA DE UNA ESTRUCTURA	15
7.2. ESTRUCTURAS ADYACENTES Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL TERRENO	16

<b>CAPÍTULO 8. SALIENTES DE CUBIERTA</b>	17
--	----

<b>CAPÍTULO 9. NIEVE CAÍDA POR DESLIZAMIENTO</b>	19
--	----

<b>CAPÍTULO 10. CARGA DE LLUVIA SOBRE NIEVE</b>	21
---	----

<b>CAPÍTULO 11. INESTABILIDAD POR ACUMULACIÓN DE AGUA</b>	23
---	----

<b>CAPÍTULO 12. CUBIERTAS EXISTENTES</b>	25
--	----

## **FIGURAS**

<b>Figura 1. Distribución de cargas de nieve en la República Argentina</b>	27
--	----

<b>Figura 2. Curvas para determinar el factor de pendiente, C, para cubiertas cálidas y frías</b>	28
---	----

<b>Figura 3. Cargas de nieve balanceadas y no balanceadas para cubiertas curvas</b>	29
---	----

<b>Figura 4. Diagramas de cargas parciales para vigas continuas</b>	30
<b>Figura 5. Cargas de nieve balanceadas y no balanceadas para cubiertas a dos y cuatro aguas</b>	31
<b>Figura 6. Cargas de nieve balanceadas y no balanceadas para cubiertas diente de sierra</b>	32
<b>Figura 7. Nieve acumulada por arrastre del viento en escalones a barlovento y sotavento</b>	32
<b>Figura 8. Configuración de las acumulaciones de nieve por arrastre del viento sobre cubiertas más bajas</b>	33
<b>Figura 9. Curvas para determinar la altura de la nieve acumulada por arrastre del viento, <math>h_d</math></b>	33

## TABLAS

<b>Tabla 1. Carga de Nieve sobre el Nivel del Terreno, <math>p_g</math></b>	35
<b>Tabla 2. Factor de Exposición, <math>C_e</math></b>	50
<b>Tabla 3. Factor Témico, <math>C_t</math></b>	51
<b>Tabla 4. Factor de Importancia, <math>I</math> (Cargas de Nieve)</b>	51

<b>ANEXO a la Tabla 1-9 MAPA DE CARGA DE NIEVE ALTERNATIVO DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN</b>	53
--	----

## APÉNDICES

<b>APÉNDICE A. CATEGORÍAS DE EXPOSICIÓN</b>	1
<b>APÉNDICE B. CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS PARA CARGAS DE NIEVE</b>	3
<b>APÉNDICE C. COMBINACIONES DE CARGA QUE INCLUYEN CARGAS DE NIEVE Y HIELO</b>	5



# CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Este Reglamento tiene por objeto establecer los procedimientos a seguir para la determinación de los valores de cargas debidas a la acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones y sus partes componentes.

Los valores de las cargas de nieve especificados en este Reglamento son valores históricos verificados con datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional y tratados con métodos estadísticos. No se han tenido en cuenta los valores de las nevadas extraordinarias.

La verificación del conjunto de la construcción o de alguno de sus elementos, se debe realizar de acuerdo con los Reglamentos CIRSOC e INPRES-CIRSOC 2005 y posteriores específicos para el material empleado.

## 1.2. CAMPO DE VALIDEZ

Este Reglamento es aplicable a todas las construcciones dentro del territorio de la República Argentina. Para el Sector Antártico e Islas Malvinas, no se dan valores de cargas de nieve ni de hielo a nivel del terreno porque no se dispone de datos estadísticos de esas zonas.

Los valores de las cargas de nieve y de hielo especificados no consideran las situaciones locales debidas a microclimas o a zonas topográficas especiales.

Para aquellas construcciones que por sus características de magnitud o destino, requieran condiciones especiales de seguridad, se deberán realizar estudios específicos en la zona de emplazamiento, los que deberán formar parte de la documentación de la obra.

Las estructuras y sus partes se deben diseñar y construir para resistir las cargas de nieve y de hielo que se especifican en este Reglamento. No se deberán utilizar valores menores que los indicados, a menos que la autoridad jurisdiccional lo permita, previa revisión y justificación del cálculo.

## 1.3. SIMBOLOGÍA

- $C_e$  factor de exposición obtenido de la Tabla 2.  
 $C_s$  factor de pendiente obtenido de la Figura 2.  
 $C_t$  factor térmico obtenido de la Tabla 3.  
 $h_b$  altura de la carga balanceada de nieve que se obtiene al dividir  $p_f$  o  $p_s$  por  $\gamma$ , en m.  
 $h_c$  altura libre desde la superficie de la carga balanceada de nieve hasta:  
1) el punto más cercano sobre la cubierta superior adyacente,  
2) el borde superior del parapeto, ó  
3) el borde superior de una saliente sobre la cubierta, en m.

$h_d$	altura de la nieve acumulada por arrastre del viento, en m.
$h_e$	diferencia de alturas entre la línea de cumbre y los aleros.
$h_o$	altura de la obstrucción por encima de la superficie de cubierta, en m.
$I$	factor de importancia obtenido de la Tabla 4.
$\ell_u$	longitud de la cubierta a barlovento de la nieve acumulada por arrastre del viento, en m.
$L$	longitud de la cubierta paralela a la línea de cumbre, en m.
$p_d$	máxima intensidad de la sobrecarga de nieve acumulada por arrastre del viento, en $\text{kN/m}^2$ .
$p_f$	carga de nieve sobre cubiertas planas (con pendiente $\leq 5^\circ$ ) en $\text{kN/m}^2$ .
$p_g$	carga de nieve a nivel del terreno, obtenida de la Figura 1 y de las Tablas 1.1. a 1.15.; o de un análisis en el lugar específico, en $\text{kN/m}^2$ .
$p_s$	carga de nieve sobre una cubierta con pendiente, en $\text{kN/m}^2$ .
$s$	distancia de separación entre edificios, en m.
$w$	ancho de la nieve acumulada por arrastre del viento, en m.
$W$	distancia horizontal desde la cumbre hasta el borde del alero, en m.
$\beta$	índice de la nieve acumulada por arrastre del viento para cubiertas a dos aguas, que se obtiene de la expresión (3).
$\gamma$	peso por unidad de volumen de la nieve, en $\text{kN/m}^3$ , que se obtiene de la expresión (4).
$\theta$	pendiente de la cubierta a sotavento, en grados.

#### Tablas 1.1. a 1.15.:

**HSNM** altura sobre el nivel del mar, en m.

- (\*) Este símbolo indica que los valores asignados a las cabeceras de los partidos y departamentos se estimaron en función de las similitudes topográficas y climáticas existentes con otras localidades para las que se dispone de datos.

#### 1.4. DEFINICIONES

**Cubierta plana:** A los fines de este Reglamento se definen como cubiertas planas a aquellas que presentan una pendiente  $\leq 5^\circ$ .

**Cubierta con baja pendiente:** A los fines de este Reglamento se definen como cubiertas con baja pendiente a aquellas cubiertas que presentan una pendiente  $\leq 15^\circ$ .

## CAPÍTULO 2. CARGAS DE NIEVE A NIVEL DEL TERRENO, $p_g$

Las cargas de nieve a nivel del terreno,  $p_g$ , que se deben utilizar para la determinación de las cargas de nieve de diseño sobre cubiertas, se establecen en la Figura 1 y en las Tablas 1.1. a 1.15. En aquellos lugares específicos para los cuales no se disponga de datos suficientes, o donde las variaciones locales sean extremas, se deberán realizar estudios especiales para determinar las cargas de nieve a nivel del terreno.

La autoridad jurisdiccional debe aprobar la carga de nieve a nivel del terreno,  $p_g$ , tanto para aquellos lugares ubicados a alturas superiores a las indicadas en las Tablas 1.1. a 1.15. como para los que cuentan con microclimas. La determinación de la carga de nieve a nivel del terreno para tales lugares se debe basar en un análisis estadístico de los valores extremos de los datos disponibles en la vecindad del lugar, utilizando un valor con un 2% de probabilidad anual de ser excedido, (intervalo de **50 años** de recurrencia media).



## CAPÍTULO 3. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS PLANAS, $p_f$

La carga de nieve,  $p_f$ , sobre una cubierta con pendiente igual o menor que  $5^\circ$ , se debe determinar utilizando la siguiente expresión:

$$p_f = 0,7 C_e C_t I p_g \quad [\text{kN/m}^2] \quad (1)$$

El valor de  $p_f$  debe ser mayor o igual que los siguientes valores mínimos para las cubiertas con baja pendiente que se especifican en el artículo 3.4.

$$\begin{aligned} p_f &= I p_g, \text{ (factor de Importancia multiplicado por } p_g) \text{ para} & p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2 \\ , \quad p_f &= I(1) \text{ (factor de Importancia multiplicado por 1) para} & p_g > 1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 3.1. FACTOR DE EXPOSICIÓN, $C_e$ .

El valor de  $C_e$  se debe obtener de la Tabla 2.

### 3.2. FACTOR TÉRMICO, $C_t$

El valor de  $C_t$  se debe obtener de la Tabla 3.

### 3.3. FACTOR DE IMPORTANCIA, $I$

El valor de  $I$  se debe obtener de la Tabla 4.

### 3.4. VALORES MÍNIMOS DE $p_f$ PARA CUBIERTAS CON BAJA PENDIENTE

Los valores mínimos de  $p_f$  se deben aplicar a:

- cubiertas con una sola pendiente menor que  $15^\circ$ ,
- cubiertas de dos y cuatro aguas con pendientes  $\leq [(21/W) + 0,5]$ , con  $W$  en m,
- cubiertas curvas donde el ángulo vertical desde los aleros hasta la cumbre sea  $< 10^\circ$ .



## CAPÍTULO 4. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS CON PENDIENTE, $p_s$

A los fines de este Reglamento se supone que las cargas de nieve que actúan sobre una superficie con pendiente lo hacen sobre la proyección horizontal de esa superficie. La carga de nieve sobre una cubierta con pendiente,  $p_s$ , se obtiene multiplicando la carga de nieve sobre la cubierta plana,  $p_f$ , por el factor de pendiente de la cubierta,  $C_s$ :

$$p_s = C_s p_f \quad [\text{kN/m}^2] \quad (2)$$

Los valores de  $C_s$  para cubiertas cálidas, cubiertas frías, cubiertas curvas, y cubiertas múltiples están determinados en los artículos 4.1. a 4.4.

El factor térmico,  $C_t$ , especificado en la Tabla 3 determina si una cubierta es "fría" o "cálida". Los valores para "superficies lisas" se deben utilizar solamente en la superficie de la cubierta que no tiene obstrucciones y cuando debajo de los aleros se disponga del espacio suficiente para contener toda la nieve que se desliza fuera de ellos. Se considera que una cubierta no tiene obstrucciones cuando no existen objetos sobre su superficie que impidan el deslizamiento de la nieve que se acumula sobre ella. Las superficies lisas incluyen metal, pizarra, vidrio, y aquellas membranas bituminosas, de goma y plásticas con una superficie suave.

Las membranas con una capa de agregado o superficie granular mineral no se deben considerar suaves. Las tejas de asfalto, listones y tejas de madera no se deben considerar lisas.

### 4.1. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTA CÁLIDA, $C_s$

Para las cubiertas cálidas, ( $C_t \leq 1,0$  tal como se obtiene de la Tabla 3), con una superficie lisa, sin obstrucciones, que permita el deslizamiento de la nieve fuera de los aleros, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.a), considerando que:

- para cubiertas cálidas no ventiladas, la resistencia térmica  $R$  será  $\geq 5,3 \text{ K m}^2/\text{W}$  (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)
- para cubiertas cálidas ventiladas, la resistencia térmica  $R$  será  $\geq 3,5 \text{ K m}^2/\text{W}$  (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)

Una cubierta cálida se considera ventilada cuando el aire exterior puede circular libremente bajo ella, desde sus aleros hasta la cumbre.

Cuando las cubiertas cálidas no verifiquen las condiciones establecidas en este artículo, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se deberá determinar mediante la línea llena de la Figura 2.a).

## 4.2. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTA FRÍA, $C_s$

Las cubiertas frías son aquellas con un coeficiente  $C_t > 1$  como se especifica en la Tabla 3.

Para cubiertas frías con un coeficiente  $C_t = 1,1$  y superficie lisa, sin obstrucciones, que permita el deslizamiento de la nieve fuera de los aleros, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.b).

Para todas las otras cubiertas frías con un coeficiente  $C_t = 1,1$ , el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea llena de la Figura 2.b).

Para cubiertas frías con un coeficiente  $C_t = 1,2$ , y superficie lisa sin obstrucciones, que permita el deslizamiento de la nieve fuera de los aleros, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.c).

Para todas las otras cubiertas frías con  $C_t = 1,2$ , el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea llena de la Figura 2.c).

## 4.3. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTAS CURVAS

Aquellas partes de las cubiertas curvas que presenten una pendiente  $> 70^\circ$  se deben considerar libres de la aplicación de la carga de nieve (por ejemplo  $C_s = 0$ ).

Las cargas balanceadas se deben determinar a partir de los diagramas de cargas balanceadas especificados en la Figura 3, con el valor del coeficiente  $C_s$ , obtenido de la curva correspondiente de la Figura 2.

## 4.4. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTAS DE PLACAS CON PLEGADO MÚLTIPLE, DIENTE DE SIERRA Y BÓVEDAS CILÍNDRICAS

Las cubiertas constituidas por placas con plegado múltiple, diente de sierra, o bóvedas cilíndricas continuas deben tener un coeficiente  $C_s = 1,0$ , sin reducción en la carga de nieve debido a la pendiente (por ejemplo  $p_s = p_f$ ).

## 4.5. DIQUES DE HIELO Y CARÁMBANOS(\*) A LO LARGO DE ALEROS

Las cubiertas cálidas que drenan agua desde sus aleros y que deben tener la capacidad de soportar una carga uniformemente distribuida de  $2 p_f$  sobre todos los tramos en voladizo se clasifican en:

1. Cubiertas cálidas no ventiladas, con un valor de  $R < 5,3 \text{ K m}^2/\text{W}$  (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)
2. Cubiertas cálidas ventiladas, con un valor de  $R < 3,5 \text{ K m}^2/\text{W}$ . (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)

(\*) Carámbano: Trozo de hielo largo y puntiagudo

(\*\*)  $1 \text{ K m}^2 / \text{W} = 1 \text{ }^\circ\text{C m}^2 / \text{W}$

Cuando se aplique esta carga uniformemente distribuida sobre las cubiertas, no deberá estar presente sobre la misma ninguna carga con excepción de las cargas permanentes.



# CAPÍTULO 5. CARGAS PARCIALES

El efecto derivado de disponer de tramos seleccionados cargados con la carga de nieve balanceada y los tramos restantes cargados sólo con la mitad de la carga, debe ser analizado de acuerdo con el artículo 5.1.

## 5.1 SISTEMAS DE VIGAS CONTINUAS

Los sistemas de vigas continuas se deben analizar para los efectos de los tres estados de carga que se indican en la Figura 4:

- **Caso 1:** La carga de nieve balanceada completa sobre ambos tramos exteriores y la mitad de dicha carga sobre todos los otros tramos;
- **Caso 2:** La mitad de la carga de nieve balanceada sobre ambos tramos exteriores y la carga de nieve balanceada completa sobre todos los otros tramos;
- **Caso 3:** Todas las combinaciones posibles de carga de nieve balanceada completa sobre cualquier conjunto de dos tramos adyacentes y la mitad de dicha carga para todos los demás tramos. Para este caso habrá  $(n - 1)$  combinaciones posibles, donde  $n$  es igual al número de tramos del sistema de vigas continuas.

Cuando en cualquiera de los casos precedentes se presente una viga en voladizo, la misma se deberá considerar como un tramo.

Las disposiciones relativas a carga parcial no se deben aplicar a aquellos elementos estructurales con tramos perpendiculares a la línea de cumbre que forman parte de cubiertas a dos aguas con pendientes mayores que  $[(21/W) + 0,5]$ , con  $W$  en m.

## 5.2. OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las áreas que soporten sólo la mitad de la carga de nieve balanceada se deben seleccionar de manera que produzcan los mayores efectos sobre los elementos que se están analizando.



# CAPÍTULO 6. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS

Las cargas de nieve balanceadas y no balanceadas se deben analizar separadamente. Cuando se determinen las cargas de nieve no balanceadas se deberá considerar la acción del viento en todas las direcciones.

## 6.1. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS A DOS Y CUATRO AGUAS

Para cubiertas a dos y cuatro aguas con pendiente  $> 70^\circ$  o con pendiente menor que  $[(21/W) + 0,5]$ , con  $W$  en m, no es necesario aplicar las cargas de nieve no balanceadas.

Para cubiertas con una distancia desde la cumbre hasta el borde exterior del alero,  $W \leq 6 \text{ m}$ , la estructura se debe diseñar para resistir una carga de nieve uniforme no balanceada sobre el lado a sotavento igual a:

$$1,5 p_s / C_e$$

Para cubiertas con  $W > 6 \text{ m}$  la estructura se debe diseñar para resistir una carga de nieve uniforme no balanceada sobre el lado a sotavento igual a:

$$1,2 [1 + (\beta/2)] p_s / C_e$$

siendo:

- $\beta$  parámetro de la nieve acumulada por arrastre del viento para cubiertas a dos aguas que se obtiene de la expresión (3)

$$\begin{array}{lll} \beta = 1,0 & \text{para} & p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2 \\ \beta = 1,5 - 0,5 p_g & \text{para} & 1 < p_g < 2 \text{ kN/m}^2 \\ \beta = 0,5 & \text{para} & p_g \geq 2 \text{ kN/m}^2 \end{array} \quad (3)$$

En el caso de carga no balanceada con  $W > 6 \text{ m}$ , el lado a barlovento debe tener una carga uniforme igual a  $0,3 p_s$ . Los diagramas de carga balanceada y no balanceada se presentan en la Figura 5.

## 6.2. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS CURVAS

Aquellas partes de las cubiertas curvas que presenten una pendiente  $> 70^\circ$  se deben considerar libres de la acción de la carga de nieve.

Las cargas de nieve no balanceadas no se deberán considerar cuando la pendiente de una línea recta desde los aleros (o desde el punto de  $70^\circ$ , en caso de existir) hasta la cumbre, sea  $< 10^\circ$  ó  $> 60^\circ$ .

Cuando la cubierta curva colinde con el nivel del terreno o con otra cubierta, como se indica en el Caso 2 ó Caso 3 de la Figura 3, se debe considerar sobre ella, dentro de los **0,90 m** de distancia al borde de los aleros, que la carga de nieve es constante con el valor que tiene en el punto correspondiente a **30°**, o sea que la carga de nieve no se debe disminuir entre el punto correspondiente a **30°** y los aleros.

Esta distribución se indica en la Figura 3 con una línea de puntos.

### **6.3. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS DE PLACAS CON PLEGADO MÚLTIPLE, DIENTE DE SIERRA, Y BÓVEDAS CILÍNDRICAS**

Las cargas no balanceadas se deben aplicar a cubiertas de placas con plegado múltiple, dientes de sierra, y bóvedas cilíndricas con una pendiente **> 1,8°**.

Para este tipo de cubiertas, el coeficiente  **$C_s = 1,0$** , de acuerdo con el artículo 4.4., y la carga de nieve balanceada es igual a  **$p_f$** .

La carga de nieve no balanceada se debe incrementar desde **0,5** de la carga balanceada en la cumbre, (o sea **0,5  $p_f$** ) hasta **2 veces** la carga balanceada especificada en el artículo 4.4. dividida por el coeficiente  **$C_e$**  en el valle, (o sea **2  $p_f/C_e$** ).

Los diagramas de carga balanceada y no balanceada para cubiertas en diente de sierra se presentan en la Figura 6. Sin embargo, la superficie de la nieve encima del valle no debe superar la altura de la superficie de la nieve sobre la cumbre. Los espesores de nieve se deben determinar dividiendo la carga de nieve por la densidad obtenida de la expresión (4), del artículo 7.1.

### **6.4. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CÚPULAS**

Las cargas de nieve no balanceadas se deben aplicar a cúpulas y estructuras redondas similares. Las cargas de nieve, determinadas de la misma forma que para cubiertas curvas en el artículo 6.2, se deben aplicar al sector de **90°** a sotavento, visto en planta. En ambos bordes de ese sector, la carga disminuye linealmente a cero desde sectores de **22,5°** cada uno. No hay carga de nieve en los restantes **225°** del sector a barlovento.

# CAPÍTULO 7. NIEVE ACUMULADA POR ARRASTRE DEL VIENTO SOBRE CUBIERTAS MÁS BAJAS (SOMBRA AERODINÁMICA)

Las cubiertas se deben diseñar para soportar las cargas localizadas debidas a la nieve acumulada por arrastre del viento que se forma en la sombra aerodinámica de:

- 1) las partes más altas de la misma estructura;
- 2) las estructuras adyacentes y características especiales del terreno.

## 7.1. CUBIERTA MÁS BAJA DE UNA ESTRUCTURA

La nieve que forma acumulaciones debidas al arrastre del viento se origina en una cubierta más alta o con el viento soplando desde la dirección opuesta, en la cubierta sobre la cual se encuentra la nieve acumulada. Estas dos clases de acumulaciones por arrastre del viento (sotavento y barlovento, respectivamente) se indican en la Figura 7.

La geometría de esta sobrecarga, se aproxima a la de un triángulo, tal como se indica en la Figura 8. Las cargas de nieve acumulada por arrastre del viento se deben superponer a las cargas de nieve balanceada.

Cuando se verifique  $h_c/h_b < 0,2$ , no será necesario aplicar la carga de nieve acumulada por arrastre del viento.

En el caso de nieve acumulada por arrastre del viento a sotavento, la altura de la acumulación  $h_d$  se debe determinar directamente de la Figura 9 utilizando la longitud de la cubierta superior.

En el caso de nieve acumulada por arrastre del viento a barlovento, la altura de la acumulación se debe determinar sustituyendo la longitud  $\ell_u$  por la longitud de la cubierta inferior en la Figura 9 y utilizando como altura de la acumulación,  $3/4$  del valor de  $h_d$  obtenido de la Figura 9.

Para el diseño, se debe utilizar la mayor de las dos alturas resultantes. Si dicha altura es igual o menor que  $h_c$ , el ancho de la acumulación,  $w$ , será igual a  $4 h_d$  y la altura de la acumulación igual a  $h_d$ . Si esta altura excede el valor de  $h_c$ , el ancho de la acumulación,  $w$ , será igual a  $4 h_d^2/h_c$  y la altura de la acumulación será igual a  $h_c$ .

El ancho de la acumulación  $w$  no debe ser mayor que  $8 h_c$ . Si el ancho de la acumulación,  $w$ , excede el ancho de la cubierta más baja, la nieve acumulada por arrastre del viento se debe truncar en el borde de la cubierta, y no se debe reducir a cero en ese lugar.

La máxima intensidad de la sobrecarga de nieve acumulada por arrastre del viento,  $p_d$ , es igual a  $h_d \gamma$ , donde  $\gamma$  es el peso por unidad de volumen de la nieve, que se obtiene de la expresión (4).

$$\gamma = 0,426 p_g + 2,2 \leq 4,70 \text{ kN/m}^3 \quad (4)$$

Este peso por unidad de volumen también se debe utilizar para la determinación de  $h_b$  dividiendo  $p_f$  (o  $p_s$ ) por  $\gamma$ .

## 7.2. ESTRUCTURAS ADYACENTES Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL TERRENO

Las disposiciones del artículo 7.1. se deben utilizar para determinar las cargas de nieve acumulada por arrastre del viento debidas a la presencia de una estructura más alta o a una característica especial del terreno, existentes a una distancia menor o igual que **6 m** de la cubierta.

La separación,  $s$ , entre la cubierta y la estructura adyacente o la característica especial del terreno, puede originar una reducción de las cargas de nieve acumuladas por arrastre del viento, a aplicar sobre la cubierta más baja, en un factor igual a  $[(6 - s)/6]$ , con  $s$  en m.

## CAPÍTULO 8. SALIENTES DE CUBIERTA

El método descripto en el artículo 7.1. se debe utilizar para la determinación de las cargas de nieve acumuladas por arrastre del viento en todos los lugares con salientes de cubierta y con paredes parapeto. La altura de tales acumulaciones se debe considerar como **0,75** de la altura de la acumulación especificada en la Figura 9, (**0,75  $h_d$** ), con  $\ell_u$  igual a la longitud de la cubierta a barlovento de la saliente o de la pared parapeto. Si el lado de una saliente de cubierta es menor que **4,5 m** de largo, no es necesario aplicar la carga de nieve acumulada por arrastre del viento en ese lado.



## CAPÍTULO 9. NIEVE CAÍDA POR DESLIZAMIENTO

La carga originada por la nieve que cae por deslizamiento desde una cubierta con pendiente sobre otra cubierta más baja, se debe determinar para:

- cubiertas lisas situadas a mayor altura, con pendientes mayores que **2%**, y
- para otras cubiertas altas (que no son lisas), con pendientes mayores que **16%**.

La carga total de nieve caída por deslizamiento, por unidad de longitud de alero, debe ser **0,4 p<sub>f</sub> W**, donde **W** es la distancia horizontal desde el alero hasta la cumbre para la cubierta con pendiente de mayor altura.

La carga deslizante se debe distribuir uniformemente sobre la cubierta más baja en una distancia de **4,5 m** desde el alero de la cubierta superior. Si el ancho de la cubierta inferior es menor que **4,5 m**, la carga de nieve caída por deslizamiento disminuirá proporcionalmente.

La carga de nieve caída por deslizamiento no se debe reducir a menos que dicho deslizamiento esté bloqueado debido a la nieve que ya se encuentra en la cubierta más baja o si se espera que deslice completamente fuera de la misma.

Las cargas de nieve caídas por deslizamiento se deben sumar a la carga de nieve balanceada.



## CAPÍTULO 10. CARGA DE LLUVIA SOBRE NIEVE

Para determinar la carga de nieve de diseño en todos aquellos lugares donde se verifique que  $p_g \leq 1\text{N/m}^2$  pero diferente de cero, se deberá aplicar a todas las cubiertas con una pendiente menor que  $2,4^\circ$ , una carga de  $0,25\text{ kN/m}^2$  debida a la acción de la lluvia sobre la nieve.

En aquellos casos en que la carga mínima de nieve de diseño para una cubierta plana, especificada en el artículo 3.4., excede el valor de  $p_f$ , tal como se determina en la expresión (1), la carga de lluvia sobre nieve se deberá reducir en un valor equivalente a la diferencia entre estos dos valores y como máximo, el valor de reducción no podrá superar  $0,25\text{ kN/m}^2$ .



## CAPÍTULO 11. INESTABILIDAD POR ACUMULACIÓN DE AGUA

Las cubiertas se deben diseñar de manera de evitar la inestabilidad por acumulación de agua en forma de charcos.

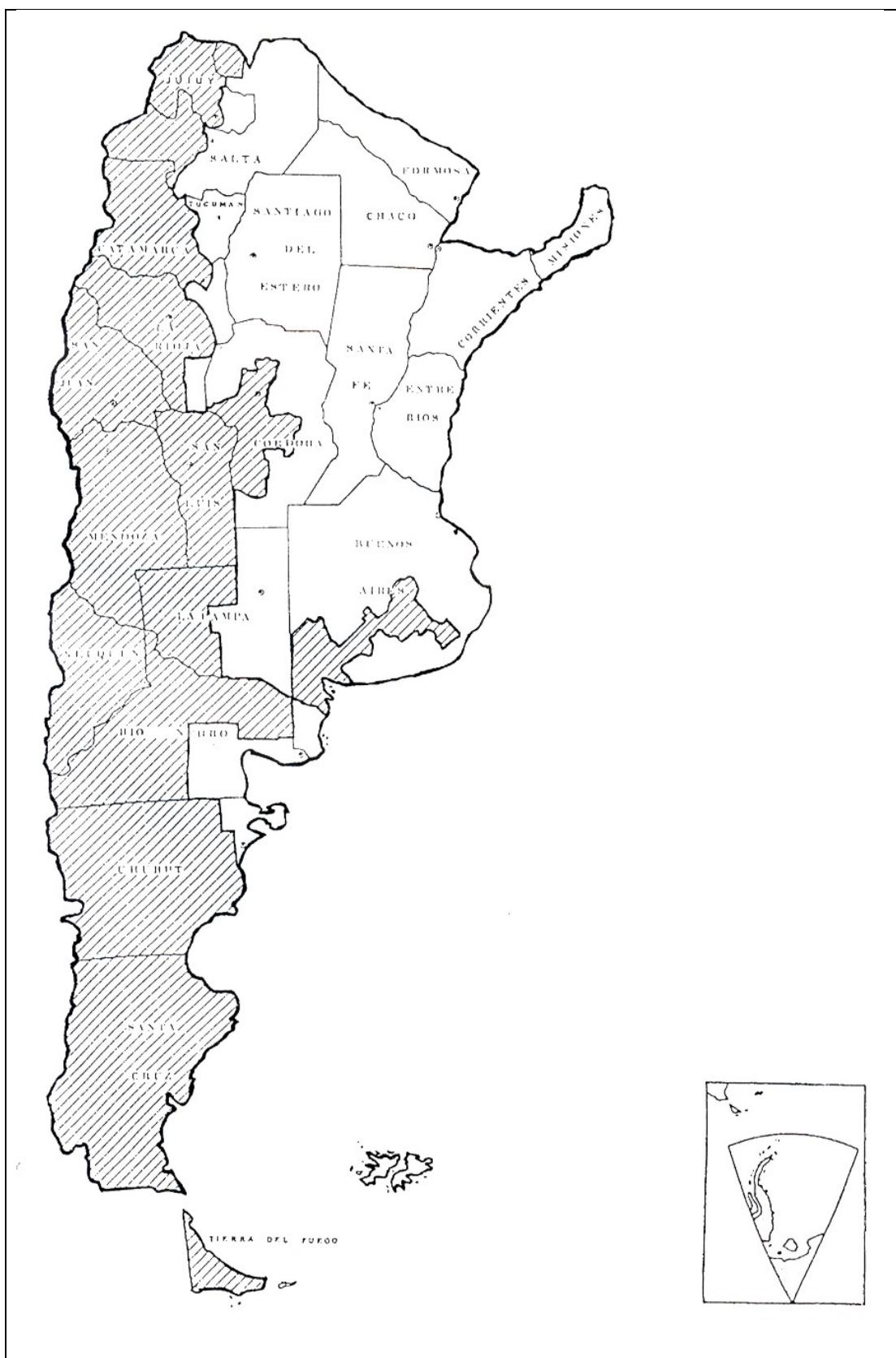
Cuando la pendiente de la cubierta sea **< 1,2°**, se deben investigar las deformaciones por flexión causadas por las cargas completas de nieve, considerando la probabilidad de que se produzca inestabilidad por acumulación de agua en forma de charcos, debido a la lluvia sobre la nieve o a la nieve derretida.



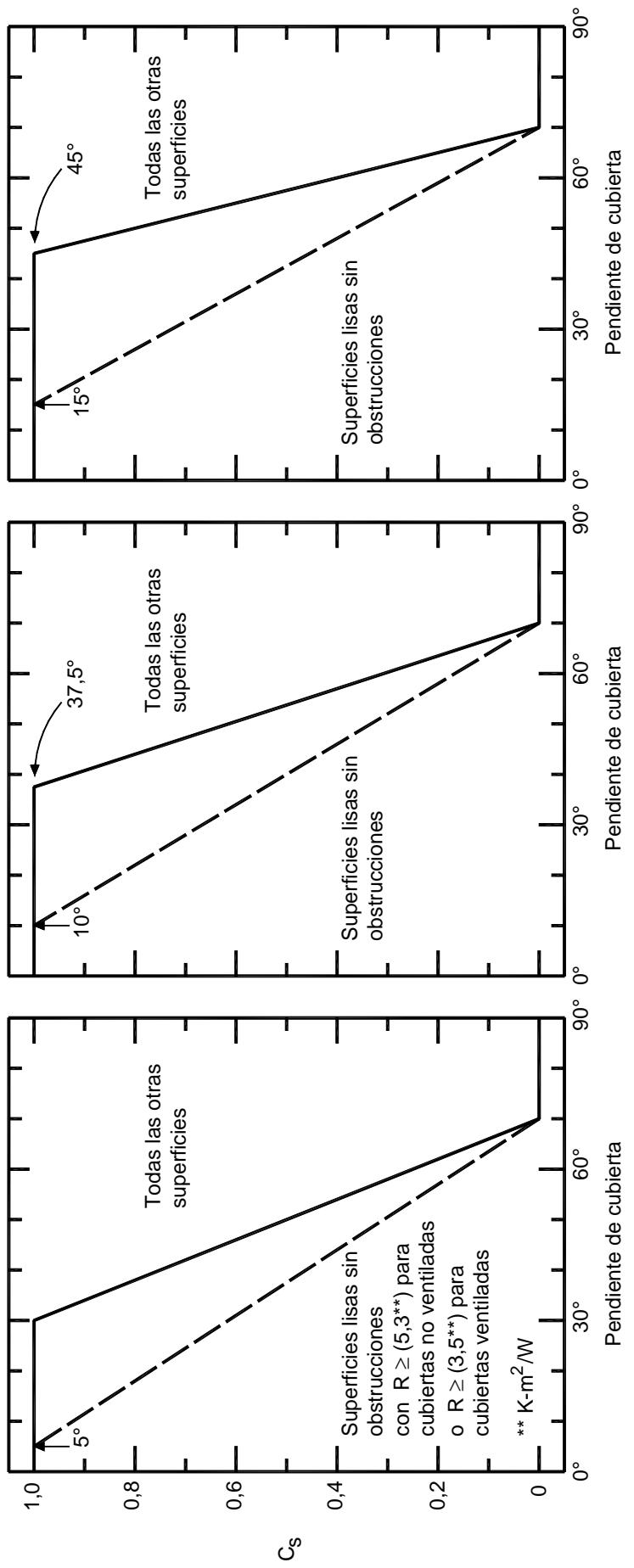
## CAPÍTULO 12. CUBIERTAS EXISTENTES

Las cubiertas existentes se deben evaluar para las cargas de nieve que se incrementen a causa de incorporaciones, modificaciones o alteraciones de la estructura. Los propietarios o responsables de una cubierta existente de baja altura, deben tener en cuenta el potencial incremento de las cargas de nieve cuando se decide construir una cubierta más alta dentro de los **6 m** de distancia a la estructura (ver nota al pie de la Tabla 2 y del artículo 7.2.).





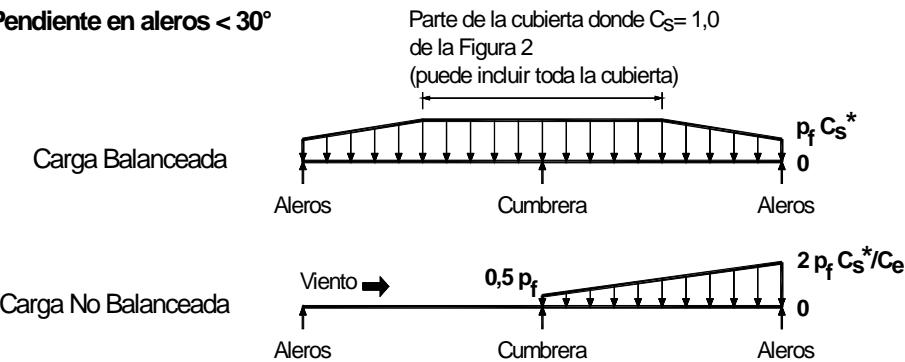
**Figura 1. Distribución de cargas de nieve en la República Argentina.**



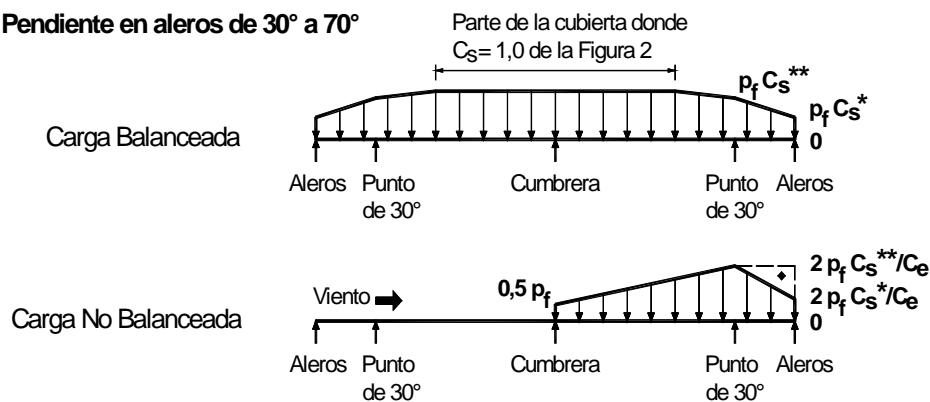
- 2a) Cubiertas cálidas con  $C_1 < 1,0$   
 2b) Cubiertas frías con  $C_1 = 1,1$   
 2c) Cubiertas frías con  $C_1 = 1,2$

**Figura 2. Curvas válidas para determinar el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , para cubiertas cálidas y frías.**

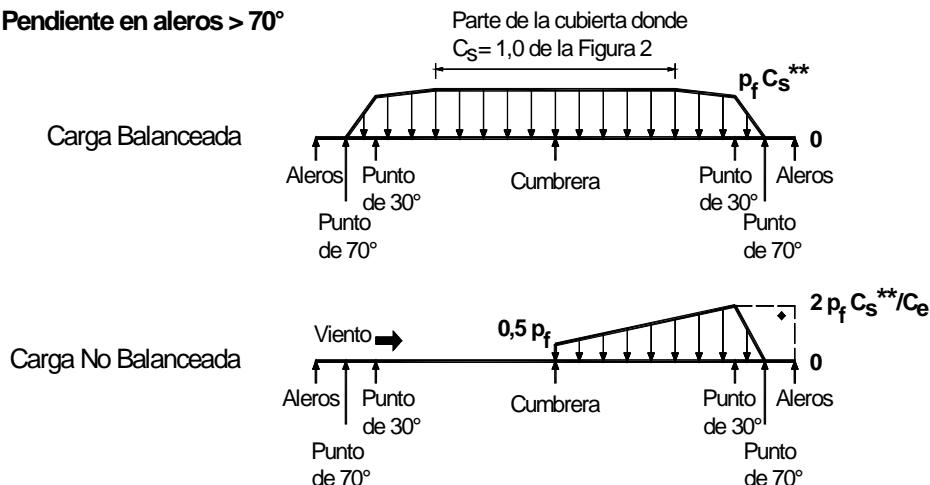
**Caso 1 - Pendiente en aleros < 30°**



**Caso 2 - Pendiente en aleros de 30° a 70°**



**Caso 3 - Pendiente en aleros > 70°**

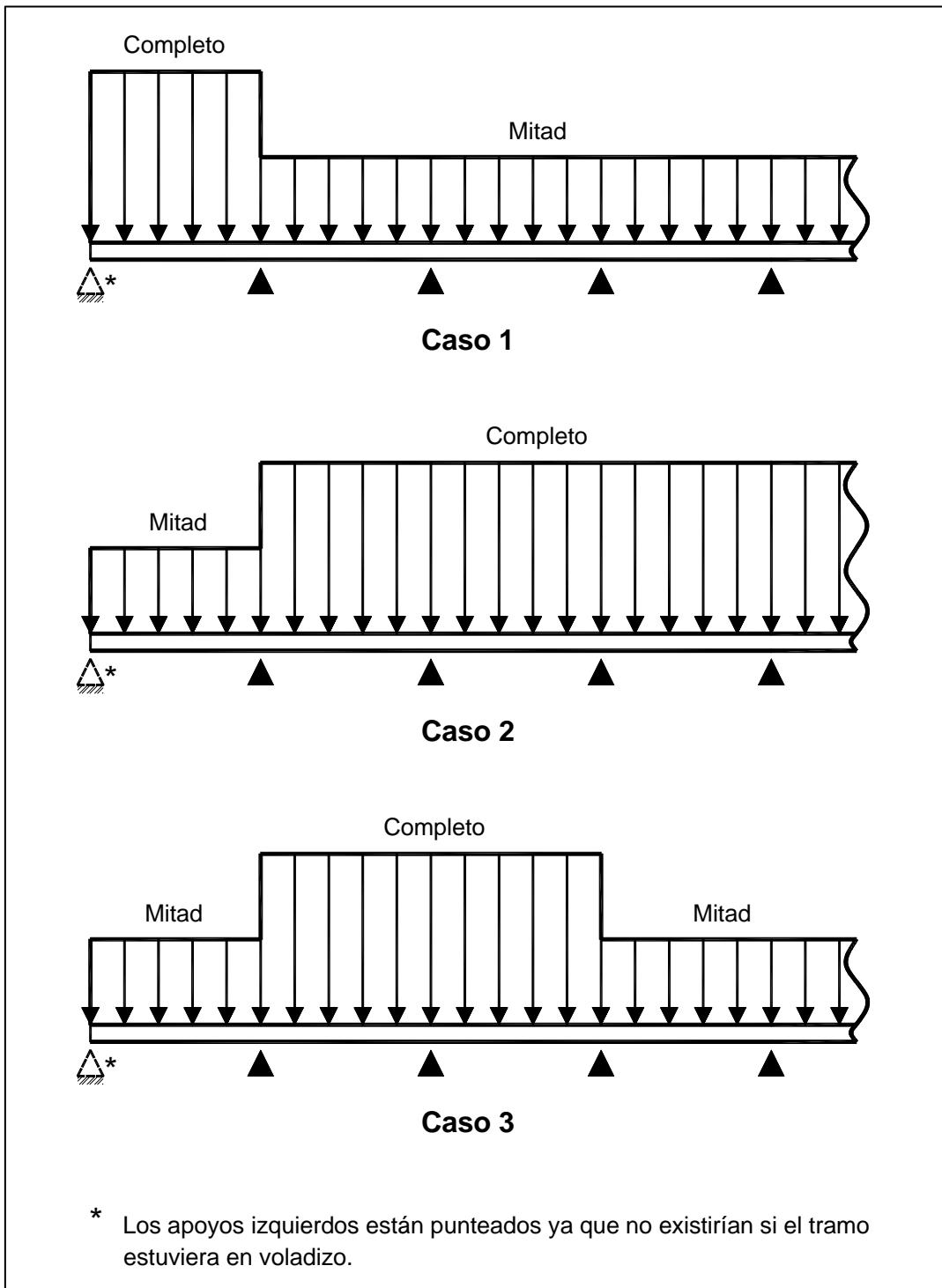


\* Utilizar la pendiente de los aleros para determinar  $C_S$  en este punto.

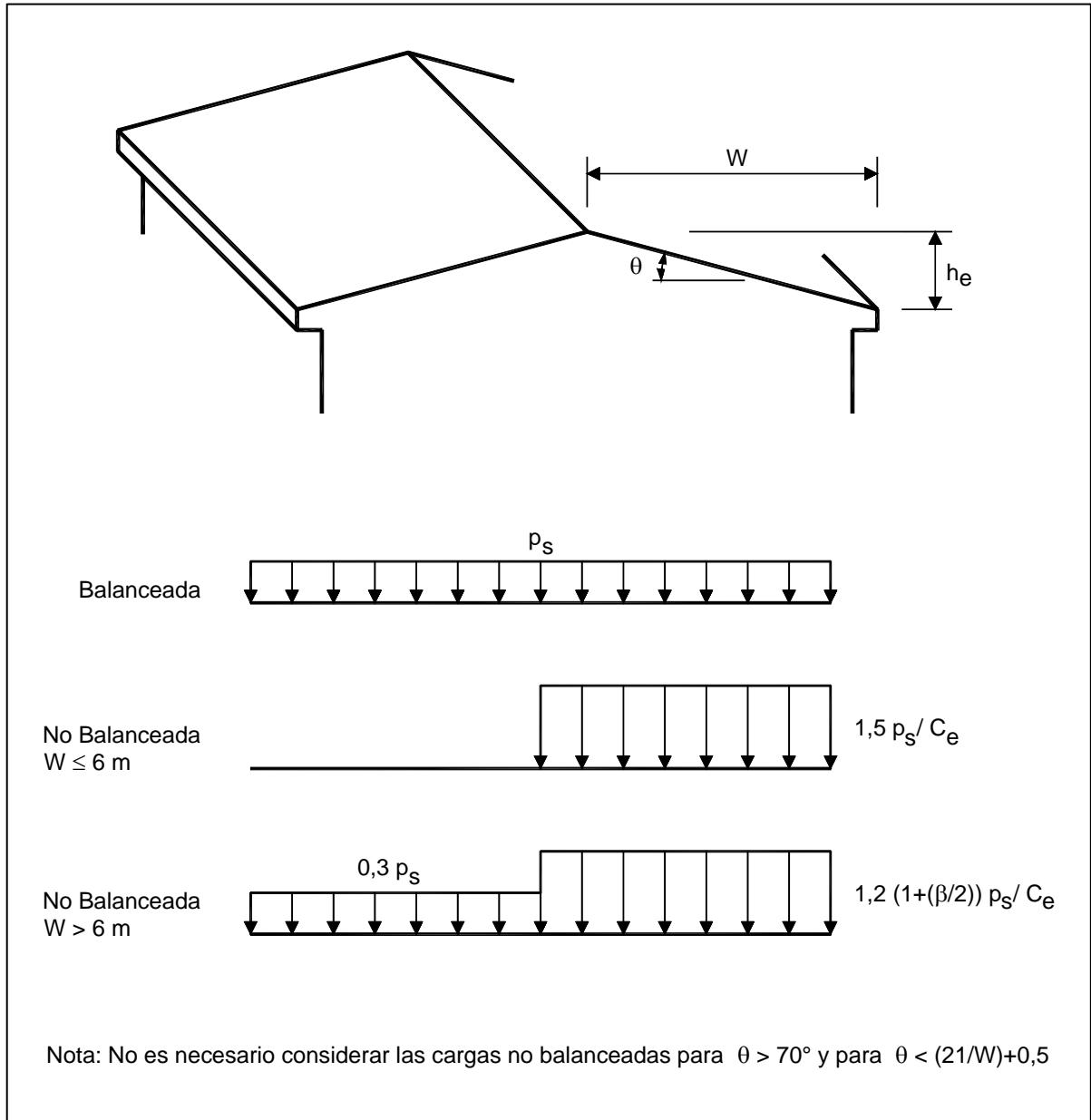
\*\* Utilizar la pendiente de 30° para determinar  $C_S$  en este punto.

◆ Distribución alternativa si hay otra cubierta colindante.

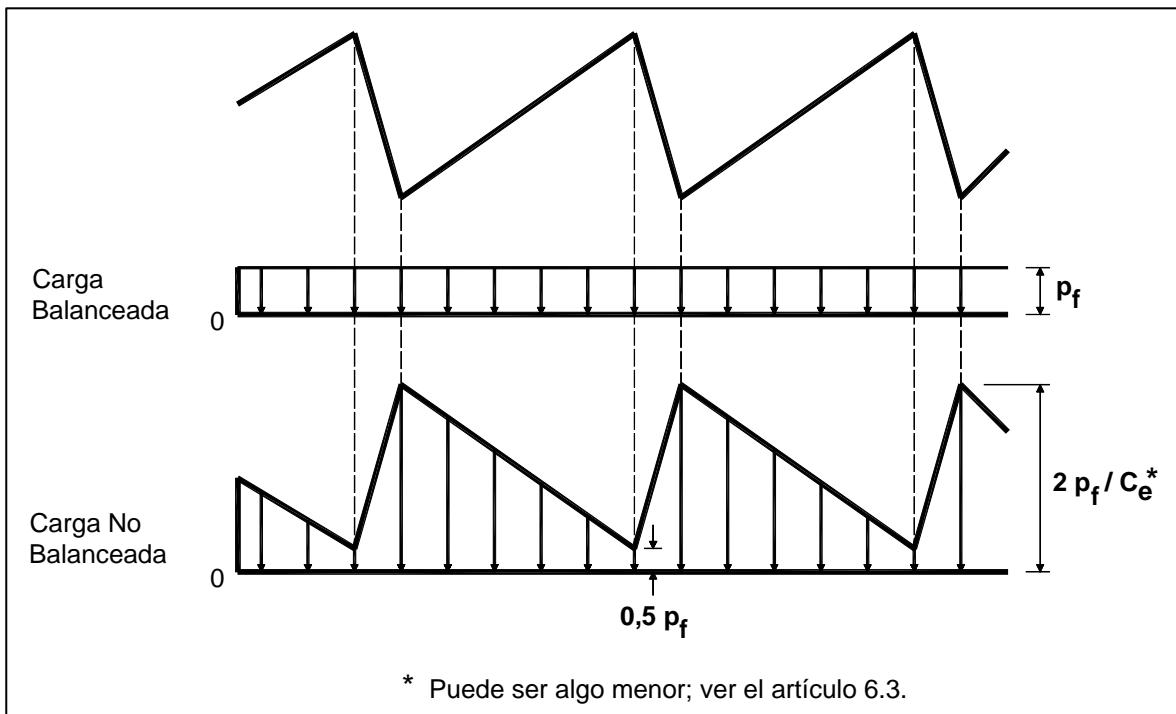
**Figura 3. Cargas de nieve balanceadas y no balanceadas para cubiertas curvas.**



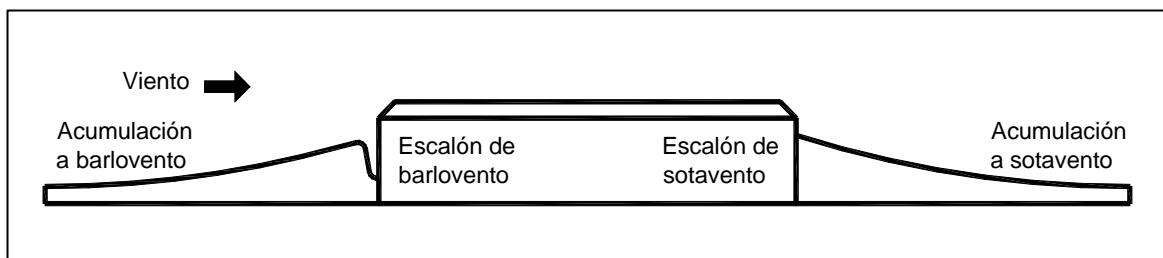
**Figura 4. Diagramas de cargas parciales para vigas continuas.**



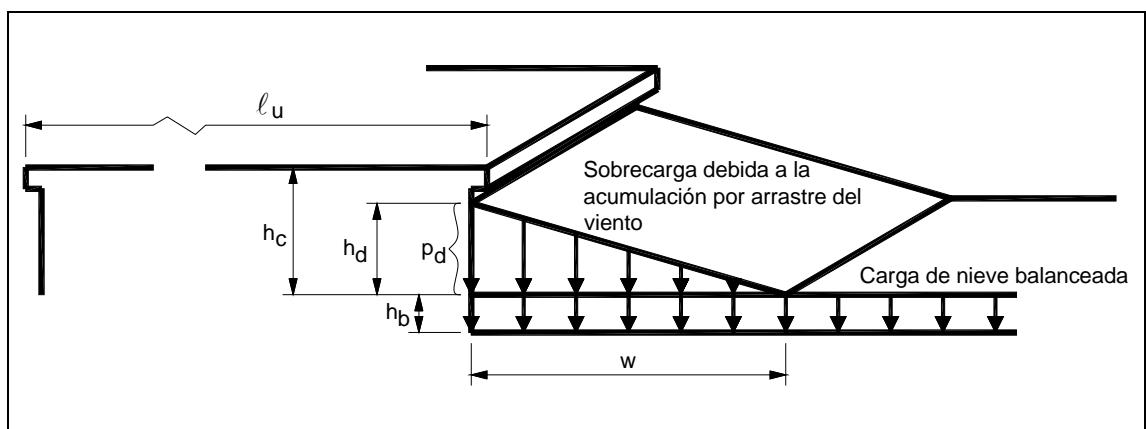
**Figura 5. Cargas de nieve balanceadas y no balanceadas para cubiertas a dos y cuatro aguas.**



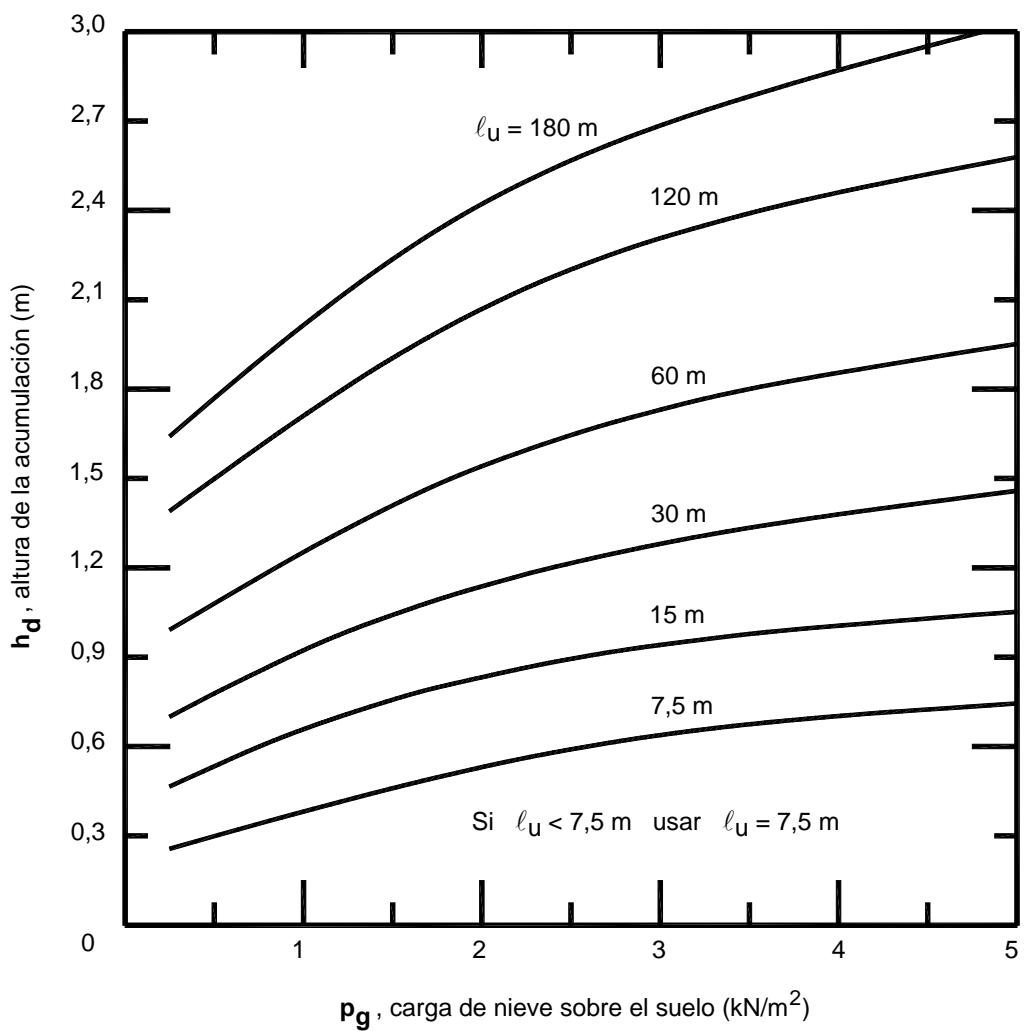
**Figura 6. Cargas de nieve balanceadas y no balanceadas para cubiertas diente de sierra.**



**Figura 7. Nieve acumulada por arrastre del viento en escalones a barlovento y sotavento.**



**Figura 8. Configuración de las acumulaciones de nieve por arrastre del viento sobre cubiertas más bajas.**



**Figura 9. Curvas para determinar la altura de la nieve acumulada por arrastre del viento,  $h_d$ .**



# CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

## 1.1. INTRODUCCIÓN

Este Reglamento tiene por objeto establecer los procedimientos a seguir para la determinación de los valores de cargas debidas a la acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones y sus partes componentes.

Los valores de las cargas de nieve especificados en este Reglamento son valores históricos verificados con datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional y tratados con métodos estadísticos. No se han tenido en cuenta los valores de las nevadas extraordinarias.

La verificación del conjunto de la construcción o de alguno de sus elementos, se debe realizar de acuerdo con los Reglamentos CIRSOC e INPRES-CIRSOC 2005 y posteriores específicos para el material empleado.

## 1.2. CAMPO DE VALIDEZ

Este Reglamento es aplicable a todas las construcciones dentro del territorio de la República Argentina. Para el Sector Antártico e Islas Malvinas, no se dan valores de cargas de nieve ni de hielo a nivel del terreno porque no se dispone de datos estadísticos de esas zonas.

Los valores de las cargas de nieve y de hielo especificados no consideran las situaciones locales debidas a microclimas o a zonas topográficas especiales.

Para aquellas construcciones que por sus características de magnitud o destino, requieran condiciones especiales de seguridad, se deberán realizar estudios específicos en la zona de emplazamiento, los que deberán formar parte de la documentación de la obra.

Las estructuras y sus partes se deben diseñar y construir para resistir las cargas de nieve y de hielo que se especifican en este Reglamento. No se deberán utilizar valores menores que los indicados, a menos que la autoridad jurisdiccional lo permita, previa revisión y justificación del cálculo.

## 1.3. SIMBOLOGÍA

- $C_e$  factor de exposición obtenido de la Tabla 2.  
 $C_s$  factor de pendiente obtenido de la Figura 2.  
 $C_t$  factor térmico obtenido de la Tabla 3.  
 $h_b$  altura de la carga balanceada de nieve que se obtiene al dividir  $p_f$  o  $p_s$  por  $\gamma$ , en m.  
 $h_c$  altura libre desde la superficie de la carga balanceada de nieve hasta:  
1) el punto más cercano sobre la cubierta superior adyacente,  
2) el borde superior del parapeto, ó  
3) el borde superior de una saliente sobre la cubierta, en m.

$h_d$	altura de la nieve acumulada por arrastre del viento, en m.
$h_e$	diferencia de alturas entre la línea de cumbre y los aleros.
$h_o$	altura de la obstrucción por encima de la superficie de cubierta, en m.
$I$	factor de importancia obtenido de la Tabla 4.
$\ell_u$	longitud de la cubierta a barlovento de la nieve acumulada por arrastre del viento, en m.
$L$	longitud de la cubierta paralela a la línea de cumbre, en m.
$p_d$	máxima intensidad de la sobrecarga de nieve acumulada por arrastre del viento, en $\text{kN/m}^2$ .
$p_f$	carga de nieve sobre cubiertas planas (con pendiente $\leq 5^\circ$ ) en $\text{kN/m}^2$ .
$p_g$	carga de nieve a nivel del terreno, obtenida de la Figura 1 y de las Tablas 1.1. a 1.15.; o de un análisis en el lugar específico, en $\text{kN/m}^2$ .
$p_s$	carga de nieve sobre una cubierta con pendiente, en $\text{kN/m}^2$ .
$s$	distancia de separación entre edificios, en m.
$w$	ancho de la nieve acumulada por arrastre del viento, en m.
$W$	distancia horizontal desde la cumbre hasta el borde del alero, en m.
$\beta$	índice de la nieve acumulada por arrastre del viento para cubiertas a dos aguas, que se obtiene de la expresión (3).
$\gamma$	peso por unidad de volumen de la nieve, en $\text{kN/m}^3$ , que se obtiene de la expresión (4).
$\theta$	pendiente de la cubierta a sotavento, en grados.

#### Tablas 1.1. a 1.15.:

**HSNM** altura sobre el nivel del mar, en m.

- (\*) Este símbolo indica que los valores asignados a las cabeceras de los partidos y departamentos se estimaron en función de las similitudes topográficas y climáticas existentes con otras localidades para las que se dispone de datos.

#### 1.4. DEFINICIONES

**Cubierta plana:** A los fines de este Reglamento se definen como cubiertas planas a aquellas que presentan una pendiente  $\leq 5^\circ$ .

**Cubierta con baja pendiente:** A los fines de este Reglamento se definen como cubiertas con baja pendiente a aquellas cubiertas que presentan una pendiente  $\leq 15^\circ$ .

## CAPÍTULO 2. CARGAS DE NIEVE A NIVEL DEL TERRENO, $p_g$

Las cargas de nieve a nivel del terreno,  $p_g$ , que se deben utilizar para la determinación de las cargas de nieve de diseño sobre cubiertas, se establecen en la Figura 1 y en las Tablas 1.1. a 1.15. En aquellos lugares específicos para los cuales no se disponga de datos suficientes, o donde las variaciones locales sean extremas, se deberán realizar estudios especiales para determinar las cargas de nieve a nivel del terreno.

La autoridad jurisdiccional debe aprobar la carga de nieve a nivel del terreno,  $p_g$ , tanto para aquellos lugares ubicados a alturas superiores a las indicadas en las Tablas 1.1. a 1.15. como para los que cuentan con microclimas. La determinación de la carga de nieve a nivel del terreno para tales lugares se debe basar en un análisis estadístico de los valores extremos de los datos disponibles en la vecindad del lugar, utilizando un valor con un 2% de probabilidad anual de ser excedido, (intervalo de **50 años** de recurrencia media).



## CAPÍTULO 3. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS PLANAS, $p_f$

La carga de nieve,  $p_f$ , sobre una cubierta con pendiente igual o menor que  $5^\circ$ , se debe determinar utilizando la siguiente expresión:

$$p_f = 0,7 C_e C_t I p_g \quad [\text{kN/m}^2] \quad (1)$$

El valor de  $p_f$  debe ser mayor o igual que los siguientes valores mínimos para las cubiertas con baja pendiente que se especifican en el artículo 3.4.

$$\begin{aligned} p_f &= I p_g, \text{ (factor de Importancia multiplicado por } p_g) \text{ para} & p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2 \\ , \quad p_f &= I(1) \text{ (factor de Importancia multiplicado por 1) para} & p_g > 1 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

### 3.1. FACTOR DE EXPOSICIÓN, $C_e$ .

El valor de  $C_e$  se debe obtener de la Tabla 2.

### 3.2. FACTOR TÉRMICO, $C_t$

El valor de  $C_t$  se debe obtener de la Tabla 3.

### 3.3. FACTOR DE IMPORTANCIA, $I$

El valor de  $I$  se debe obtener de la Tabla 4.

### 3.4. VALORES MÍNIMOS DE $p_f$ PARA CUBIERTAS CON BAJA PENDIENTE

Los valores mínimos de  $p_f$  se deben aplicar a:

- cubiertas con una sola pendiente menor que  $15^\circ$ ,
- cubiertas de dos y cuatro aguas con pendientes  $\leq [(21/W) + 0,5]$ , con  $W$  en m,
- cubiertas curvas donde el ángulo vertical desde los aleros hasta la cumbre sea  $< 10^\circ$ .



## CAPÍTULO 4. CARGAS DE NIEVE SOBRE CUBIERTAS CON PENDIENTE, $p_s$

A los fines de este Reglamento se supone que las cargas de nieve que actúan sobre una superficie con pendiente lo hacen sobre la proyección horizontal de esa superficie. La carga de nieve sobre una cubierta con pendiente,  $p_s$ , se obtiene multiplicando la carga de nieve sobre la cubierta plana,  $p_f$ , por el factor de pendiente de la cubierta,  $C_s$ :

$$p_s = C_s p_f \quad [\text{kN/m}^2] \quad (2)$$

Los valores de  $C_s$  para cubiertas cálidas, cubiertas frías, cubiertas curvas, y cubiertas múltiples están determinados en los artículos 4.1. a 4.4.

El factor térmico,  $C_t$ , especificado en la Tabla 3 determina si una cubierta es “fría” o “cálida”. Los valores para “superficies lisas” se deben utilizar solamente en la superficie de la cubierta que no tiene obstrucciones y cuando debajo de los aleros se disponga del espacio suficiente para contener toda la nieve que se desliza fuera de ellos. Se considera que una cubierta no tiene obstrucciones cuando no existen objetos sobre su superficie que impidan el deslizamiento de la nieve que se acumula sobre ella. Las superficies lisas incluyen metal, pizarra, vidrio, y aquellas membranas bituminosas, de goma y plásticas con una superficie suave.

Las membranas con una capa de agregado o superficie granular mineral no se deben considerar suaves. Las tejas de asfalto, listones y tejas de madera no se deben considerar lisas.

### 4.1. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTA CÁLIDA, $C_s$

Para las cubiertas cálidas, ( $C_t \leq 1,0$  tal como se obtiene de la Tabla 3), con una superficie lisa, sin obstrucciones, que permita el deslizamiento de la nieve fuera de los aleros, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.a), considerando que:

- para cubiertas cálidas no ventiladas, la resistencia térmica  $R$  será  $\geq 5,3 \text{ K m}^2/\text{W}$  (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)
- para cubiertas cálidas ventiladas, la resistencia térmica  $R$  será  $\geq 3,5 \text{ K m}^2/\text{W}$  (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)

Una cubierta cálida se considera ventilada cuando el aire exterior puede circular libremente bajo ella, desde sus aleros hasta la cumbre.

Cuando las cubiertas cálidas no verifiquen las condiciones establecidas en este artículo, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se deberá determinar mediante la línea llena de la Figura 2.a).

## 4.2. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTA FRÍA, $C_s$

Las cubiertas frías son aquellas con un coeficiente  $C_t > 1$  como se especifica en la Tabla 3.

Para cubiertas frías con un coeficiente  $C_t = 1,1$  y superficie lisa, sin obstrucciones, que permita el deslizamiento de la nieve fuera de los aleros, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.b).

Para todas las otras cubiertas frías con un coeficiente  $C_t = 1,1$ , el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea llena de la Figura 2.b).

Para cubiertas frías con un coeficiente  $C_t = 1,2$ , y superficie lisa sin obstrucciones, que permita el deslizamiento de la nieve fuera de los aleros, el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.c).

Para todas las otras cubiertas frías con  $C_t = 1,2$ , el factor de pendiente de cubierta,  $C_s$ , se debe determinar utilizando la línea llena de la Figura 2.c).

## 4.3. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTAS CURVAS

Aquellas partes de las cubiertas curvas que presenten una pendiente  $> 70^\circ$  se deben considerar libres de la aplicación de la carga de nieve (por ejemplo  $C_s = 0$ ).

Las cargas balanceadas se deben determinar a partir de los diagramas de cargas balanceadas especificados en la Figura 3, con el valor del coeficiente  $C_s$ , obtenido de la curva correspondiente de la Figura 2.

## 4.4. FACTOR DE PENDIENTE PARA CUBIERTAS DE PLACAS CON PLEGADO MÚLTIPLE, DIENTE DE SIERRA Y BÓVEDAS CILÍNDRICAS

Las cubiertas constituidas por placas con plegado múltiple, diente de sierra, o bóvedas cilíndricas continuas deben tener un coeficiente  $C_s = 1,0$ , sin reducción en la carga de nieve debido a la pendiente (por ejemplo  $p_s = p_f$ ).

## 4.5. DIQUES DE HIELO Y CARÁMBANOS(\*) A LO LARGO DE ALEROS

Las cubiertas cálidas que drenan agua desde sus aleros y que deben tener la capacidad de soportar una carga uniformemente distribuida de  $2 p_f$  sobre todos los tramos en voladizo se clasifican en:

1. Cubiertas cálidas no ventiladas, con un valor de  $R < 5,3 \text{ K m}^2/\text{W}$  (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)
2. Cubiertas cálidas ventiladas, con un valor de  $R < 3,5 \text{ K m}^2/\text{W}$ . (kelvin metro cuadrado por watt) (\*\*)

(\*) Carámbano: Trozo de hielo largo y puntiagudo

(\*\*)  $1 \text{ K m}^2 / \text{W} = 1 \text{ }^\circ\text{C m}^2 / \text{W}$

Cuando se aplique esta carga uniformemente distribuida sobre las cubiertas, no deberá estar presente sobre la misma ninguna carga con excepción de las cargas permanentes.



# CAPÍTULO 5. CARGAS PARCIALES

El efecto derivado de disponer de tramos seleccionados cargados con la carga de nieve balanceada y los tramos restantes cargados sólo con la mitad de la carga, debe ser analizado de acuerdo con el artículo 5.1.

## 5.1 SISTEMAS DE VIGAS CONTINUAS

Los sistemas de vigas continuas se deben analizar para los efectos de los tres estados de carga que se indican en la Figura 4:

- **Caso 1:** La carga de nieve balanceada completa sobre ambos tramos exteriores y la mitad de dicha carga sobre todos los otros tramos;
- **Caso 2:** La mitad de la carga de nieve balanceada sobre ambos tramos exteriores y la carga de nieve balanceada completa sobre todos los otros tramos;
- **Caso 3:** Todas las combinaciones posibles de carga de nieve balanceada completa sobre cualquier conjunto de dos tramos adyacentes y la mitad de dicha carga para todos los demás tramos. Para este caso habrá  $(n - 1)$  combinaciones posibles, donde  $n$  es igual al número de tramos del sistema de vigas continuas.

Cuando en cualquiera de los casos precedentes se presente una viga en voladizo, la misma se deberá considerar como un tramo.

Las disposiciones relativas a carga parcial no se deben aplicar a aquellos elementos estructurales con tramos perpendiculares a la línea de cumbre que forman parte de cubiertas a dos aguas con pendientes mayores que  $[(21/W) + 0,5]$ , con  $W$  en m.

## 5.2. OTROS SISTEMAS ESTRUCTURALES

Las áreas que soporten sólo la mitad de la carga de nieve balanceada se deben seleccionar de manera que produzcan los mayores efectos sobre los elementos que se están analizando.



# CAPÍTULO 6. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS

Las cargas de nieve balanceadas y no balanceadas se deben analizar separadamente. Cuando se determinen las cargas de nieve no balanceadas se deberá considerar la acción del viento en todas las direcciones.

## 6.1. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS A DOS Y CUATRO AGUAS

Para cubiertas a dos y cuatro aguas con pendiente  $> 70^\circ$  o con pendiente menor que  $[(21/W) + 0,5]$ , con  $W$  en m, no es necesario aplicar las cargas de nieve no balanceadas.

Para cubiertas con una distancia desde la cumbre hasta el borde exterior del alero,  $W \leq 6 \text{ m}$ , la estructura se debe diseñar para resistir una carga de nieve uniforme no balanceada sobre el lado a sotavento igual a:

$$1,5 p_s / C_e$$

Para cubiertas con  $W > 6 \text{ m}$  la estructura se debe diseñar para resistir una carga de nieve uniforme no balanceada sobre el lado a sotavento igual a:

$$1,2 [1 + (\beta/2)] p_s / C_e$$

siendo:

- $\beta$  parámetro de la nieve acumulada por arrastre del viento para cubiertas a dos aguas que se obtiene de la expresión (3)

$$\begin{array}{lll} \beta = 1,0 & \text{para} & p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2 \\ \beta = 1,5 - 0,5 p_g & \text{para} & 1 < p_g < 2 \text{ kN/m}^2 \\ \beta = 0,5 & \text{para} & p_g \geq 2 \text{ kN/m}^2 \end{array} \quad (3)$$

En el caso de carga no balanceada con  $W > 6 \text{ m}$ , el lado a barlovento debe tener una carga uniforme igual a  $0,3 p_s$ . Los diagramas de carga balanceada y no balanceada se presentan en la Figura 5.

## 6.2. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS CURVAS

Aquellas partes de las cubiertas curvas que presenten una pendiente  $> 70^\circ$  se deben considerar libres de la acción de la carga de nieve.

Las cargas de nieve no balanceadas no se deberán considerar cuando la pendiente de una línea recta desde los aleros (o desde el punto de  $70^\circ$ , en caso de existir) hasta la cumbre, sea  $< 10^\circ$  ó  $> 60^\circ$ .

Cuando la cubierta curva colinde con el nivel del terreno o con otra cubierta, como se indica en el Caso 2 ó Caso 3 de la Figura 3, se debe considerar sobre ella, dentro de los **0,90 m** de distancia al borde de los aleros, que la carga de nieve es constante con el valor que tiene en el punto correspondiente a **30°**, o sea que la carga de nieve no se debe disminuir entre el punto correspondiente a **30°** y los aleros.

Esta distribución se indica en la Figura 3 con una línea de puntos.

### **6.3. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CUBIERTAS DE PLACAS CON PLEGADO MÚLTIPLE, DIENTE DE SIERRA, Y BÓVEDAS CILÍNDRICAS**

Las cargas no balanceadas se deben aplicar a cubiertas de placas con plegado múltiple, dientes de sierra, y bóvedas cilíndricas con una pendiente **> 1,8°**.

Para este tipo de cubiertas, el coeficiente  **$C_s = 1,0$** , de acuerdo con el artículo 4.4., y la carga de nieve balanceada es igual a  **$p_f$** .

La carga de nieve no balanceada se debe incrementar desde **0,5** de la carga balanceada en la cumbre, (o sea **0,5  $p_f$** ) hasta **2 veces** la carga balanceada especificada en el artículo 4.4. dividida por el coeficiente  **$C_e$**  en el valle, (o sea **2  $p_f/C_e$** ).

Los diagramas de carga balanceada y no balanceada para cubiertas en diente de sierra se presentan en la Figura 6. Sin embargo, la superficie de la nieve encima del valle no debe superar la altura de la superficie de la nieve sobre la cumbre. Los espesores de nieve se deben determinar dividiendo la carga de nieve por la densidad obtenida de la expresión (4), del artículo 7.1.

### **6.4. CARGAS DE NIEVE NO BALANCEADAS SOBRE CÚPULAS**

Las cargas de nieve no balanceadas se deben aplicar a cúpulas y estructuras redondas similares. Las cargas de nieve, determinadas de la misma forma que para cubiertas curvas en el artículo 6.2, se deben aplicar al sector de **90°** a sotavento, visto en planta. En ambos bordes de ese sector, la carga disminuye linealmente a cero desde sectores de **22,5°** cada uno. No hay carga de nieve en los restantes **225°** del sector a barlovento.

# CAPÍTULO 7. NIEVE ACUMULADA POR ARRASTRE DEL VIENTO SOBRE CUBIERTAS MÁS BAJAS (SOMBRA AERODINÁMICA)

Las cubiertas se deben diseñar para soportar las cargas localizadas debidas a la nieve acumulada por arrastre del viento que se forma en la sombra aerodinámica de:

- 1) las partes más altas de la misma estructura;
- 2) las estructuras adyacentes y características especiales del terreno.

## 7.1. CUBIERTA MÁS BAJA DE UNA ESTRUCTURA

La nieve que forma acumulaciones debidas al arrastre del viento se origina en una cubierta más alta o con el viento soplando desde la dirección opuesta, en la cubierta sobre la cual se encuentra la nieve acumulada. Estas dos clases de acumulaciones por arrastre del viento (sotavento y barlovento, respectivamente) se indican en la Figura 7.

La geometría de esta sobrecarga, se aproxima a la de un triángulo, tal como se indica en la Figura 8. Las cargas de nieve acumulada por arrastre del viento se deben superponer a las cargas de nieve balanceada.

Cuando se verifique  $h_c/h_b < 0,2$ , no será necesario aplicar la carga de nieve acumulada por arrastre del viento.

En el caso de nieve acumulada por arrastre del viento a sotavento, la altura de la acumulación  $h_d$  se debe determinar directamente de la Figura 9 utilizando la longitud de la cubierta superior.

En el caso de nieve acumulada por arrastre del viento a barlovento, la altura de la acumulación se debe determinar sustituyendo la longitud  $\ell_u$  por la longitud de la cubierta inferior en la Figura 9 y utilizando como altura de la acumulación,  $3/4$  del valor de  $h_d$  obtenido de la Figura 9.

Para el diseño, se debe utilizar la mayor de las dos alturas resultantes. Si dicha altura es igual o menor que  $h_c$ , el ancho de la acumulación,  $w$ , será igual a  $4 h_d$  y la altura de la acumulación igual a  $h_d$ . Si esta altura excede el valor de  $h_c$ , el ancho de la acumulación,  $w$ , será igual a  $4 h_d^2/h_c$  y la altura de la acumulación será igual a  $h_c$ .

El ancho de la acumulación  $w$  no debe ser mayor que  $8 h_c$ . Si el ancho de la acumulación,  $w$ , excede el ancho de la cubierta más baja, la nieve acumulada por arrastre del viento se debe truncar en el borde de la cubierta, y no se debe reducir a cero en ese lugar.

La máxima intensidad de la sobrecarga de nieve acumulada por arrastre del viento,  $p_d$ , es igual a  $h_d \gamma$ , donde  $\gamma$  es el peso por unidad de volumen de la nieve, que se obtiene de la expresión (4).

$$\gamma = 0,426 p_g + 2,2 \leq 4,70 \text{ kN/m}^3 \quad (4)$$

Este peso por unidad de volumen también se debe utilizar para la determinación de  $h_b$  dividiendo  $p_f$  (o  $p_s$ ) por  $\gamma$ .

## 7.2. ESTRUCTURAS ADYACENTES Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL TERRENO

Las disposiciones del artículo 7.1. se deben utilizar para determinar las cargas de nieve acumulada por arrastre del viento debidas a la presencia de una estructura más alta o a una característica especial del terreno, existentes a una distancia menor o igual que **6 m** de la cubierta.

La separación,  $s$ , entre la cubierta y la estructura adyacente o la característica especial del terreno, puede originar una reducción de las cargas de nieve acumuladas por arrastre del viento, a aplicar sobre la cubierta más baja, en un factor igual a  $[(6 - s)/6]$ , con  $s$  en m.

## CAPÍTULO 8. SALIENTES DE CUBIERTA

El método descripto en el artículo 7.1. se debe utilizar para la determinación de las cargas de nieve acumuladas por arrastre del viento en todos los lugares con salientes de cubierta y con paredes parapeto. La altura de tales acumulaciones se debe considerar como **0,75** de la altura de la acumulación especificada en la Figura 9, (**0,75  $h_d$** ), con  $\ell_u$  igual a la longitud de la cubierta a barlovento de la saliente o de la pared parapeto. Si el lado de una saliente de cubierta es menor que **4,5 m** de largo, no es necesario aplicar la carga de nieve acumulada por arrastre del viento en ese lado.



## CAPÍTULO 9. NIEVE CAÍDA POR DESLIZAMIENTO

La carga originada por la nieve que cae por deslizamiento desde una cubierta con pendiente sobre otra cubierta más baja, se debe determinar para:

- cubiertas lisas situadas a mayor altura, con pendientes mayores que **2%**, y
- para otras cubiertas altas (que no son lisas), con pendientes mayores que **16%**.

La carga total de nieve caída por deslizamiento, por unidad de longitud de alero, debe ser **0,4 p<sub>f</sub> W**, donde **W** es la distancia horizontal desde el alero hasta la cumbre para la cubierta con pendiente de mayor altura.

La carga deslizante se debe distribuir uniformemente sobre la cubierta más baja en una distancia de **4,5 m** desde el alero de la cubierta superior. Si el ancho de la cubierta inferior es menor que **4,5 m**, la carga de nieve caída por deslizamiento disminuirá proporcionalmente.

La carga de nieve caída por deslizamiento no se debe reducir a menos que dicho deslizamiento esté bloqueado debido a la nieve que ya se encuentra en la cubierta más baja o si se espera que deslice completamente fuera de la misma.

Las cargas de nieve caídas por deslizamiento se deben sumar a la carga de nieve balanceada.



## CAPÍTULO 10. CARGA DE LLUVIA SOBRE NIEVE

Para determinar la carga de nieve de diseño en todos aquellos lugares donde se verifique que  $p_g \leq 1\text{N/m}^2$  pero diferente de cero, se deberá aplicar a todas las cubiertas con una pendiente menor que  $2,4^\circ$ , una carga de  $0,25\text{ kN/m}^2$  debida a la acción de la lluvia sobre la nieve.

En aquellos casos en que la carga mínima de nieve de diseño para una cubierta plana, especificada en el artículo 3.4., excede el valor de  $p_f$ , tal como se determina en la expresión (1), la carga de lluvia sobre nieve se deberá reducir en un valor equivalente a la diferencia entre estos dos valores y como máximo, el valor de reducción no podrá superar  $0,25\text{ kN/m}^2$ .



## CAPÍTULO 11. INESTABILIDAD POR ACUMULACIÓN DE AGUA

Las cubiertas se deben diseñar de manera de evitar la inestabilidad por acumulación de agua en forma de charcos.

Cuando la pendiente de la cubierta sea **< 1,2°**, se deben investigar las deformaciones por flexión causadas por las cargas completas de nieve, considerando la probabilidad de que se produzca inestabilidad por acumulación de agua en forma de charcos, debido a la lluvia sobre la nieve o a la nieve derretida.



## CAPÍTULO 12. CUBIERTAS EXISTENTES

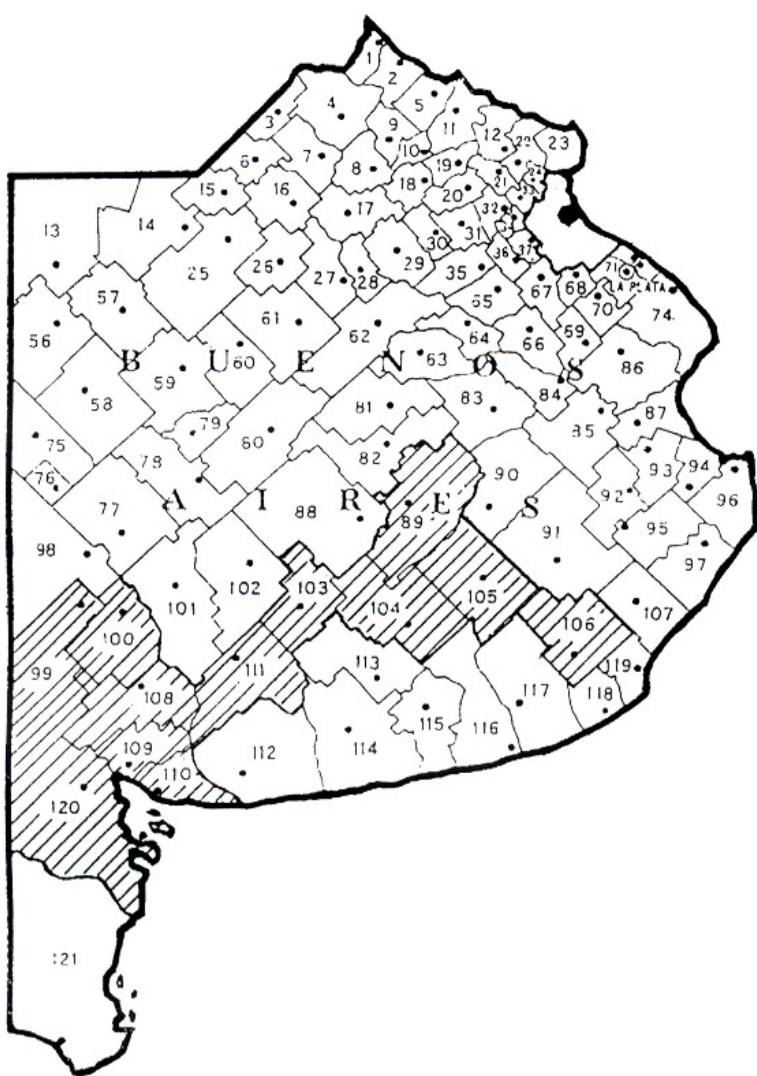
Las cubiertas existentes se deben evaluar para las cargas de nieve que se incrementen a causa de incorporaciones, modificaciones o alteraciones de la estructura. Los propietarios o responsables de una cubierta existente de baja altura, deben tener en cuenta el potencial incremento de las cargas de nieve cuando se decide construir una cubierta más alta dentro de los **6 m** de distancia a la estructura (ver nota al pie de la Tabla 2 y del artículo 7.2.).



**TABLA 1. CARGA DE NIEVE A NIVEL  
DEL TERRENO,  $p_g$ , PARA LAS  
CABECERAS DE PARTIDOS Y  
DEPARTAMENTOS DE LAS  
DISTINTAS PROVINCIAS**



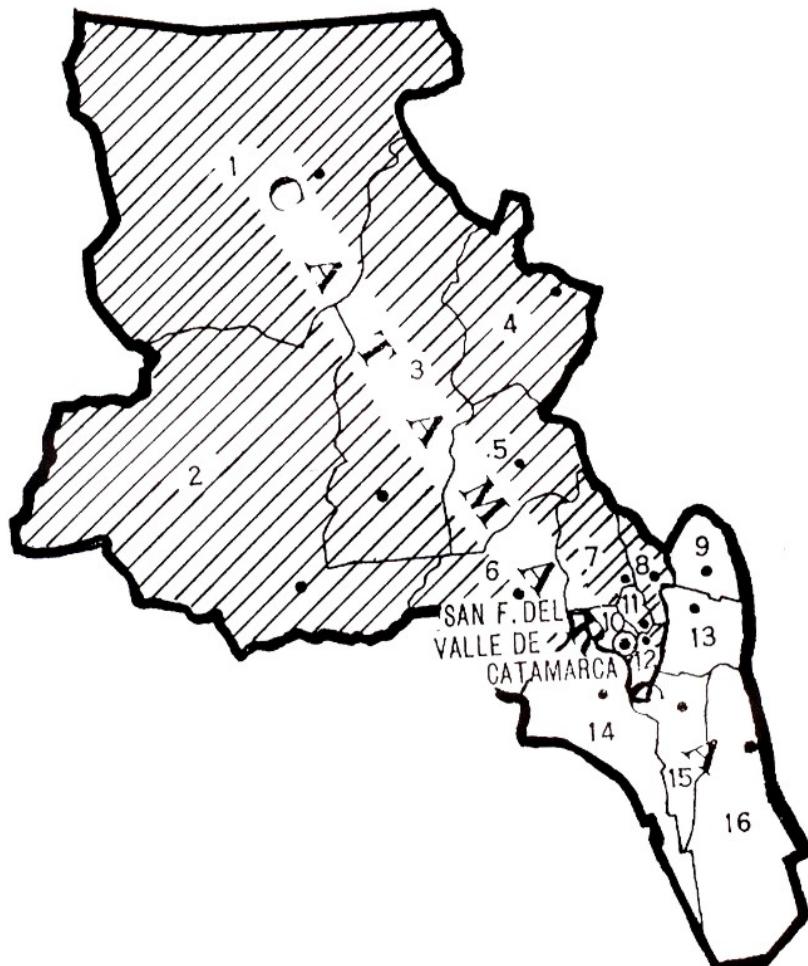
**Tabla 1.1. Provincia de Buenos Aires**



Nº	LOCALIDAD	PARTIDO	HSNM	p <sub>g</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
89	Azul	Azul	137	0,3
109	Bahía Blanca	Bahía Blanca	19	0,3
106	Balcarce	Balcarce	111	0,3
104	Benito Juárez	Benito Juárez	214	0,3
111	Coronel Pringles	Coronel Pringles	253	0,3
103	Laprida	Laprida	213	0,3
120	Médanos	Villarino	32	0,3
100	Pigüé	Saavedra	287	0,3
99	Puán	Puán	238	0,3
110	Punta Alta	Cnel. de Marina L Rosales	6	0,3
105	Tandil	Tandil	178	0,3
108	Tornquist	Tornquist	290	0,3

$$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$$

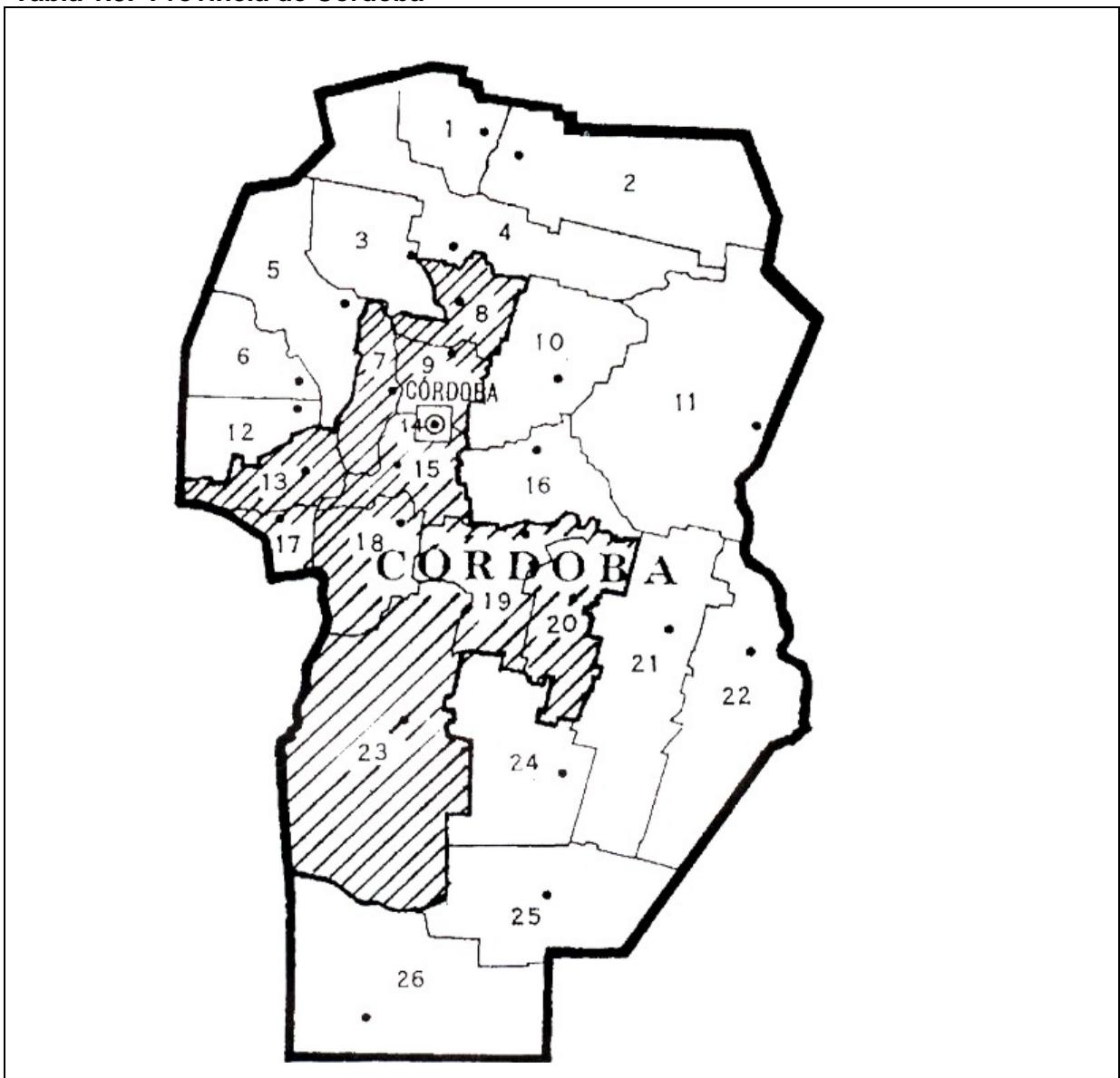
**Tabla 1.2. Provincia de Catamarca**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ (kN/m <sup>2</sup> )
5	Andagalá	Andagalá	962	0,3
1	Antofagasta de la Sierra	Antofagasta de la Sierra	3440	2,0
3	Belén	Belén	1240	0,9
10	Catamarca	Capital	505	0,3
8	La Merced	Paclín	831	0,3*
7	La Puerta	Ambato	650	0,3*
12	San Isidro	Valle Viejo	500	0,3
11	San José	Fray Mamerto Esquiú	500	0,3*
4	Santa María	Santa María	2050	0,3
6	Saujil	Pomán	283	0,3
2	Tinogasta	Tinogasta	1202	0,3

$1 \text{ kN/m}^2 \equiv 100 \text{ kgf/m}^2$

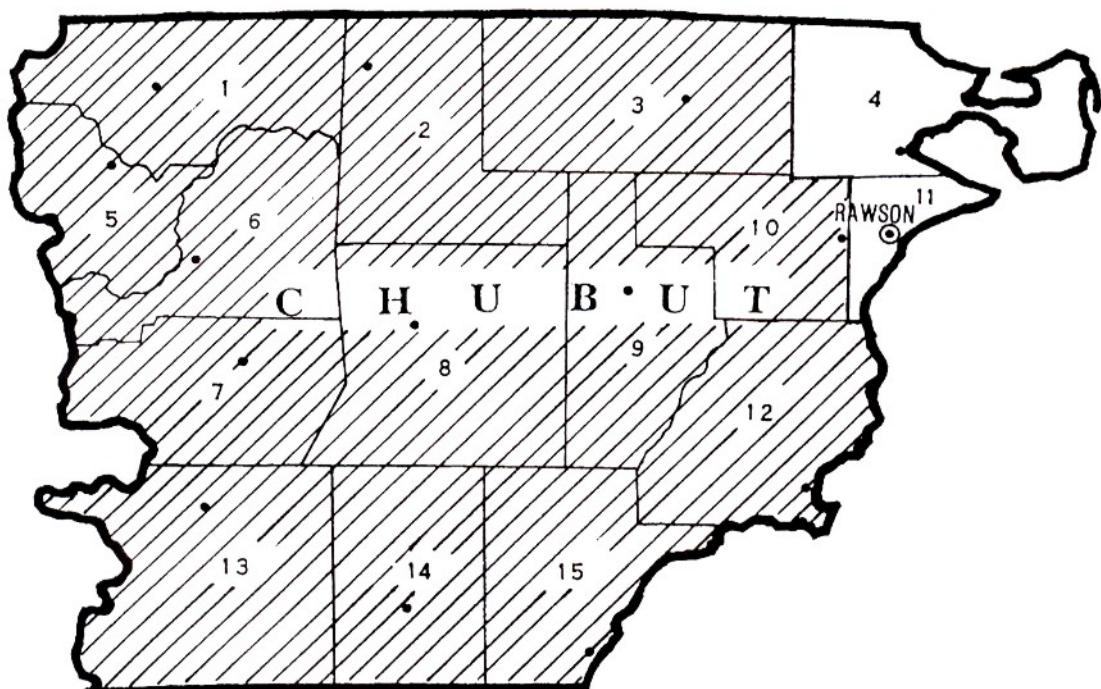
**Tabla 1.3. Provincia de Córdoba**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_q$ ( $\text{kN/m}^2$ )
15	Alta Gracia	Santa María	553	0,3
14	Córdoba	Capital	387	0,3
7	Cosquín	Punilla	708	0,3
9	Jesús María	Colón	531	0,3*
19	Oliva	Tercero Arriba	262	0,3*
23	Río Cuarto	Río Cuarto	434	0,3
18	San Agustín	Calamuchita	560	0,3*
13	Villa Cura Brochero	San Alberto	845	0,3
8	Villa del Totoral	Totoral	575	0,3
17	Villa Dolores	San Javier	529	0,3
20	Villa María	General San Martín	204	0,3

$$1 \text{ kN/m}^2 \equiv 100 \text{ kgf/m}^2$$

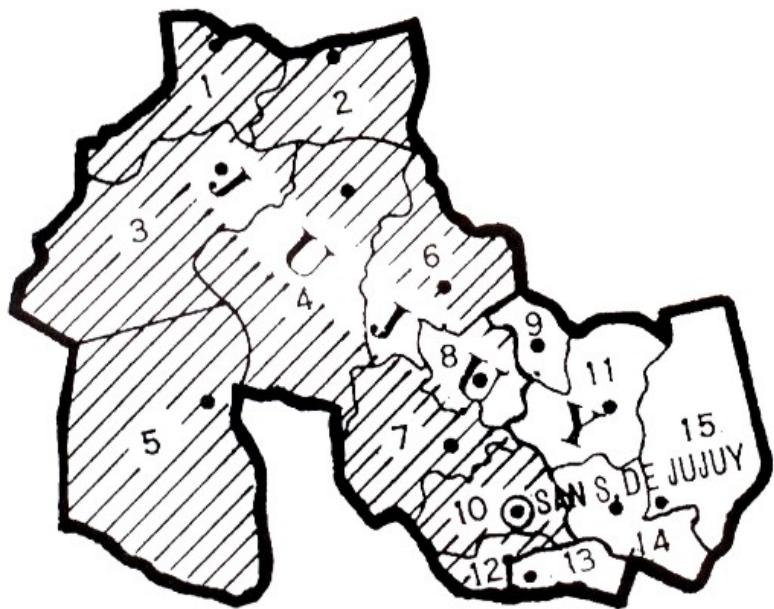
**Tabla 1.4. Provincia del Chubut**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ (kN/m <sup>2</sup> )
12	Camarones	Florentino Ameghino	23	0,3
15	Comodoro Rivadavia	Escalante	10	0,5
5	Esquel	Futaleufú	530	1,2
10	Gaiman	Gaiman	24	0,3*
2	Gastre	Gastre	1050	0,9*
7	José de San Martín	Tehuelches	800	2,0
9	Las Plumas	Mártires	377	0,3*
1	Leleque	Cushamen	266	2,0
8	Paso de Indios	Paso de Indios	475	0,9
13	Río Senguer	Río Senguer	690	0,9
14	Sarmiento	Sarmiento	269	0,9
6	Tecka	Languïñeо	775	2,0
3	Telsen	Telsen	500	0,3*

$$1 \text{ kN/m}^2 \equiv 100 \text{ kgf/m}^2$$

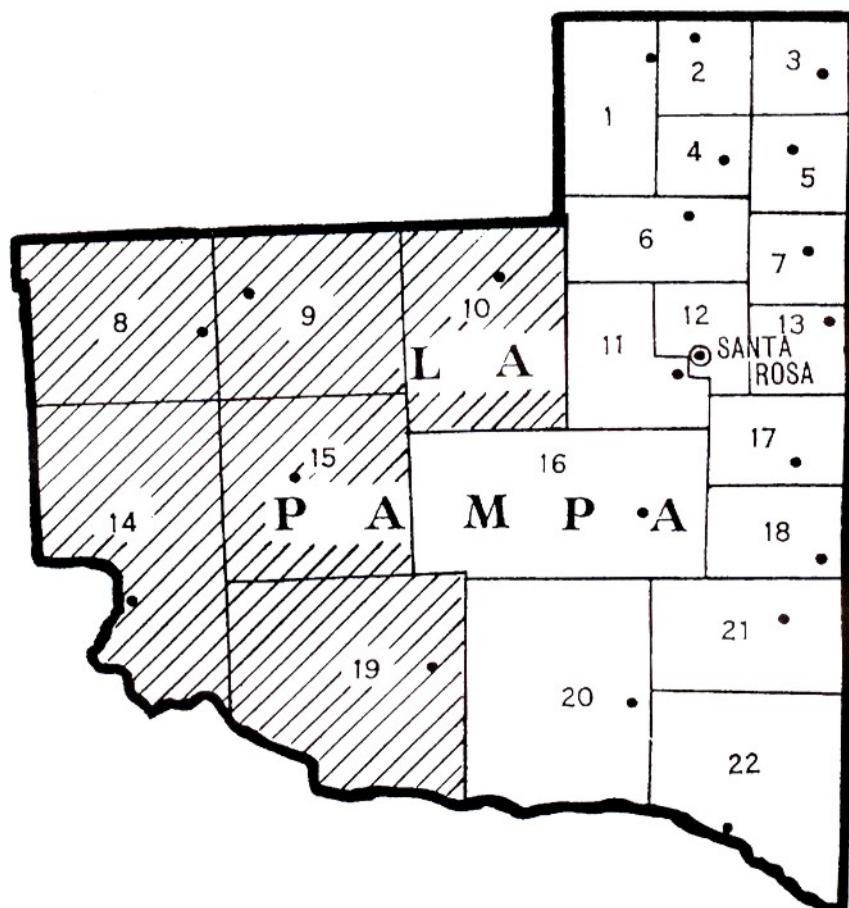
**Tabla 1.5. Provincia de Jujuy**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ ( $\text{kN/m}^2$ )
4	Abra Pampa	Cochinoca	3480	0,3
6	Humahuaca	Humahuaca	2939	0,3
2	La Quiaca	Yaví	3440	0,3
3	Rinconada	Rinconada	3950	0,9*
12	San Antonio	San Antonio	1200	0,3
10	San Salvador de Jujuy	Capital	1259	0,3
1	Santa Catalina	Santa Catalina	3905	0,3
5	Susques	Susques	3675	0,9*
8	Tilcara	Tilcara	2461	0,3
7	Tumbaya	Tumbaya	2094	0,3

$$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$$

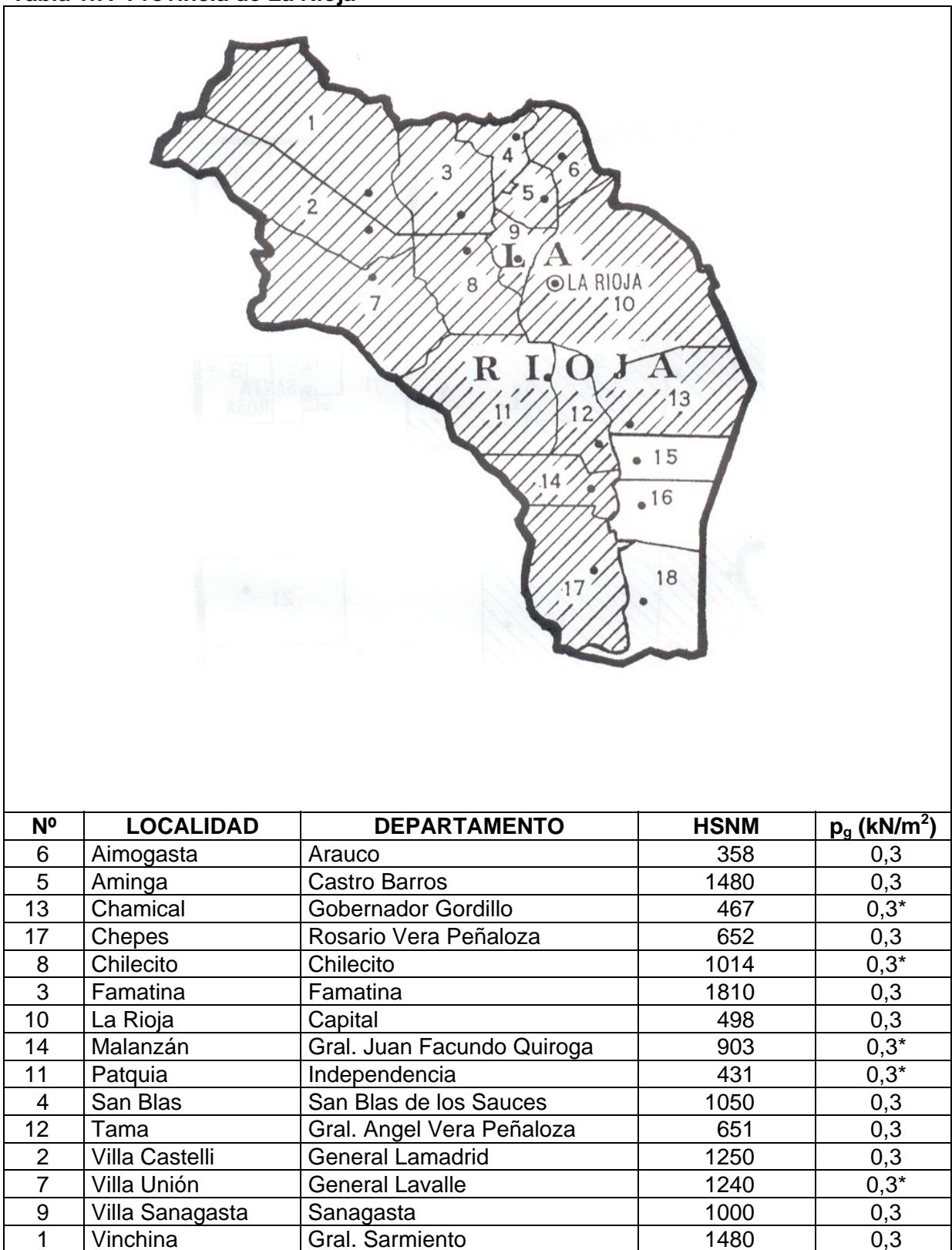
**Tabla 1.6. Provincia de La Pampa**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ (kN/m <sup>2</sup> )
8	Algarrobo del Aguila	Chical-Co	311	0,3*
14	Colonia 25 de Mayo	Puelén	320	0,3*
15	Limay Mahuida	Limay Mahuida	262	0,3
19	Puelches	Curacó	380	0,3
9	Santa Isabel	Chalileo	315	0,3
10	Victorica	Loventué	311	0,3

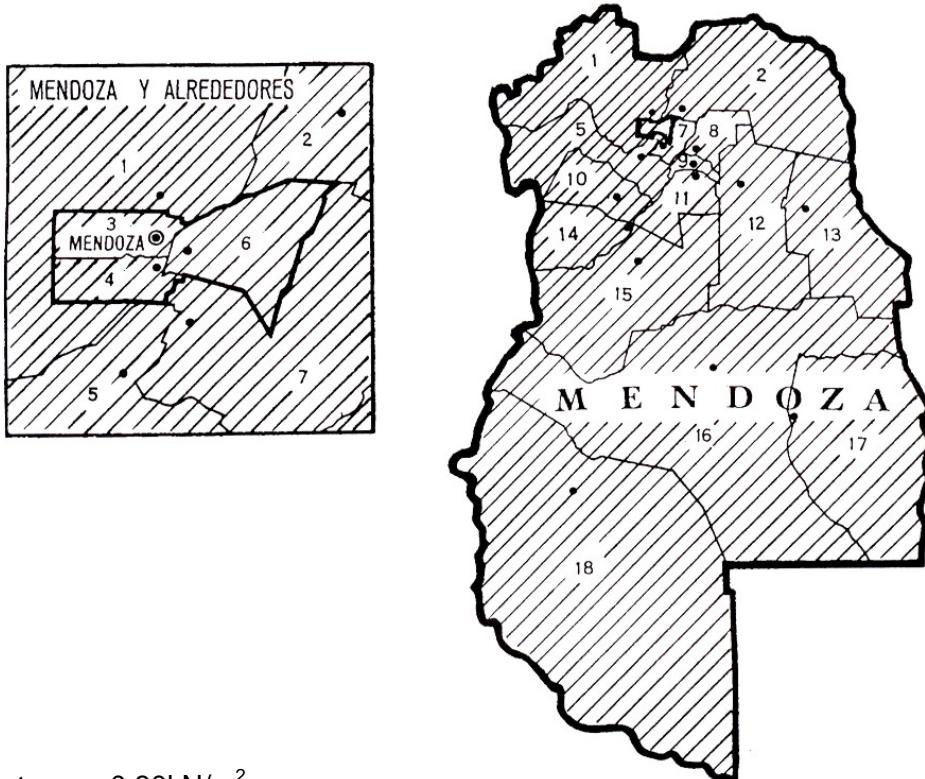
1 kN/m<sup>2</sup> ≈ 100 kgf/m<sup>2</sup>

**Tabla 1.7. Provincia de La Rioja**



1 kN/m<sup>2</sup> ≈ 100 kgf/m<sup>2</sup>

**Tabla 1.8. Provincia de Mendoza**



Uspallata  $p_g = 0.80 \text{ kN/m}^2$

Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g (\text{kN/m}^2)$
17	General Alvear	General Alvear	466	0,9
4	Godoy Cruz	Godoy Cruz	900	0,3*
6	Guaymallén	Villa Nueva	750	0,3
9	Junín	Junín	606	0,3
13	La Paz	La Paz	503	0,3
1	Las Heras	Las Heras	750	0,3
2	Lavalle	Lavalle	600	0,3
5	Luján de Cuyo	Luján de Cuyo	935	0,3
7	Maipú	Maipú	750	0,3
18	Malargüe	Malargüe	1440	0,9
3	Mendoza	Capital	757	0,3
11	Rivadavia	Rivadavia	654	0,3
15	San Carlos	San Carlos	941	0,9
8	San Martín	San Martín	657	0,3
16	San Rafael	San Rafael	688	0,9
12	Santa Rosa	Santa Rosa	606	0,3
14	Tunuyán	Tunuyán	869	0,3
10	Tupungato	Tupungato	1067	0,9

$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$

**Tabla 1.9. Provincia del Neuquén**

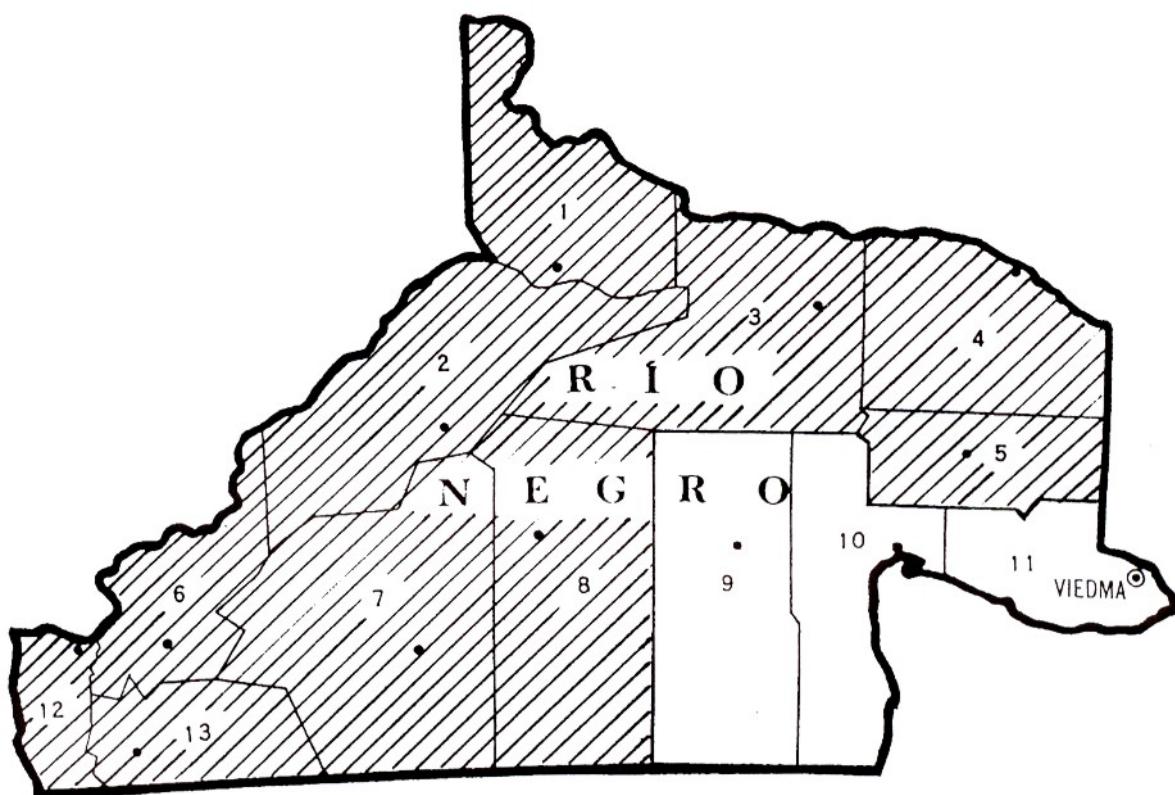


Puede utilizarse indistintamente esta distribución de cargas o la presentada en el Anexo a esta Tabla. En las obras en las que se exija el cumplimiento obligatorio del presente Reglamento, se deberá especificar en la documentación técnica, cual de los dos criterios se ha de aplicar.

Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	p <sub>g</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
10	Aluminé	Aluminé	1260	2,3
1	Andacollo	Minas	1415	3,1
6	Añelo	Añelo	405	0,9
3	Buta Ranquil	Pehuenches	850	2,0
2	Chos Malal	Chos Malal	866	2,4
4	El Huecú	Ñorquín	1150	2,5
13	Junín de los Andes	Huiliches	773	2,3
11	Las Coloradas	Catán Lil	960	2,0
7	Las Lajas	Picunches	710	1,9
5	Loncopué	Loncopué	892	2,3
9	Neuquén	Confluencia	265	0,9
12	Picún Leufú	Picún Leufú	391	0,9
14	Piedra del Aguila	Collón Curá	573	1,4
15	San Martín de los Andes	Lácar	625	2,5
16	Villa la Angostura	Los Lagos	845	2,5
8	Zapala	Zapala	1012	1,5

$$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$$

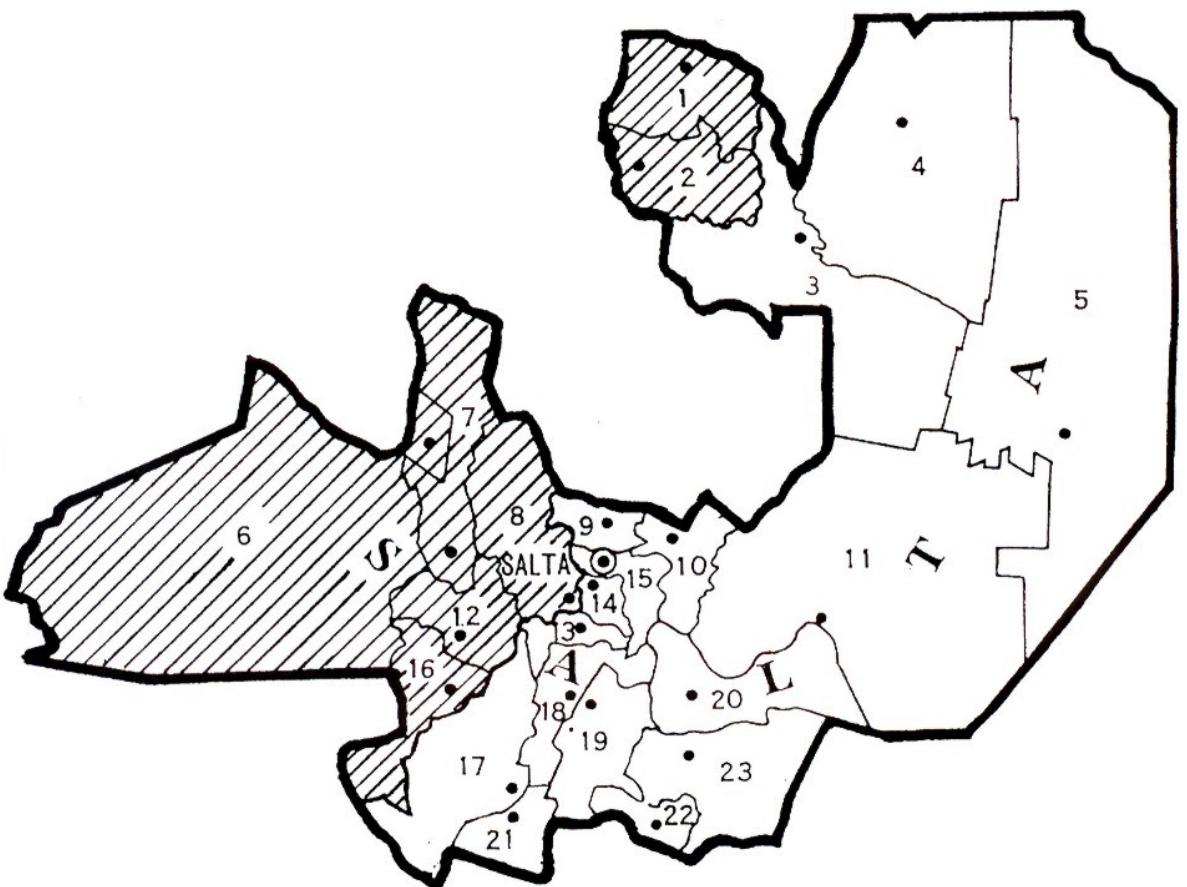
**Tabla 1.10. Provincia de Río Negro**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ (kN/m <sup>2</sup> )
3	Choele Choel	Avellaneda	176	0,3
2	El Cuy	El Cuy	705	0,9*
5	General Conesa	Conesa	70	0,3
1	General Roca	General Roca	236	0,6
7	Maquinchao	Veinticinco de Mayo	888	0,9
13	Ñorquinco	Ñorquinco	880	0,9
6	Pilcaniyeu	Pilcaniyeu	976	0,9
4	Río Colorado	Pichi Mahiuda	79	0,3
12	San Carlos de Bariloche	Bariloche	800	2,0
8	Sierra Colorada	Nueve de Julio	668	0,3*

$1 \text{ kN/m}^2 \equiv 100 \text{ kgf/m}^2$

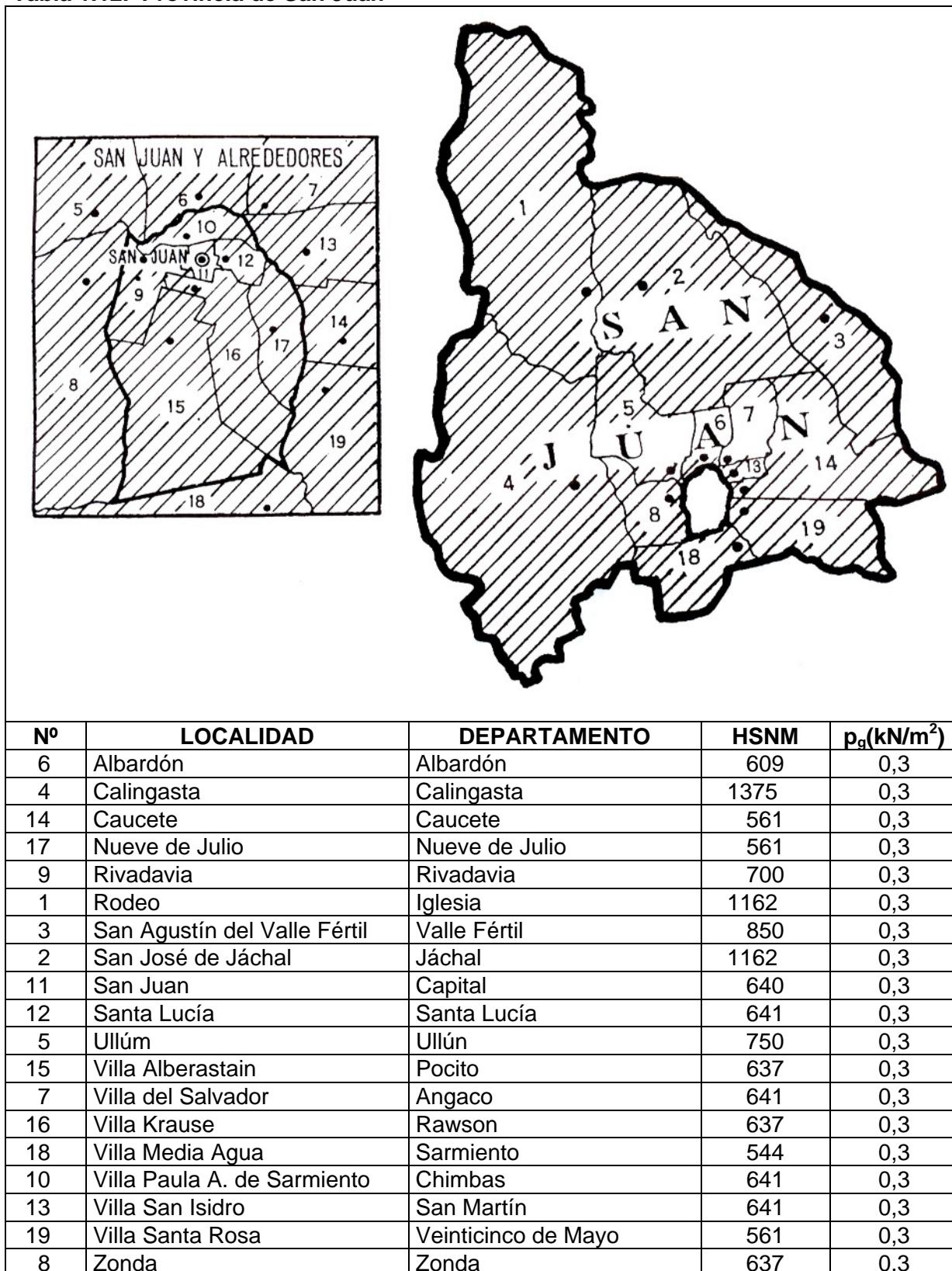
**Tabla 1.11. Provincia de Salta**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	p <sub>g</sub> (kN/m <sup>2</sup> )
12	Cachi	Cachi	2280	0,3
2	Iruya	Iruya	2730	0,3
7	La Poma	La Poma	3015	0,3
16	Molinos	Molinos	2020	0,3
8	Rosario de Lerma	Rosario de Lerma	1332	0,3
1	Santa Victoria	Santa Victoria	2561	0,9
6	San Antonio de los Cobres	Los Andes	3775	0,9

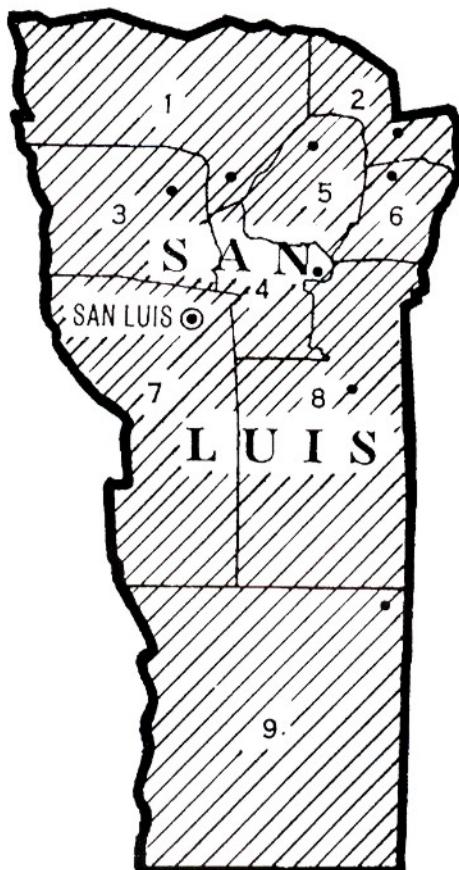
1 kN/m<sup>2</sup> ≈ 100 kgf/m<sup>2</sup>

**Tabla 1.12. Provincia de San Juan**



$$1 \text{ kN/m}^2 \equiv 100 \text{ kgf/m}^2$$

**Tabla 1.13. Provincia de San Luis**

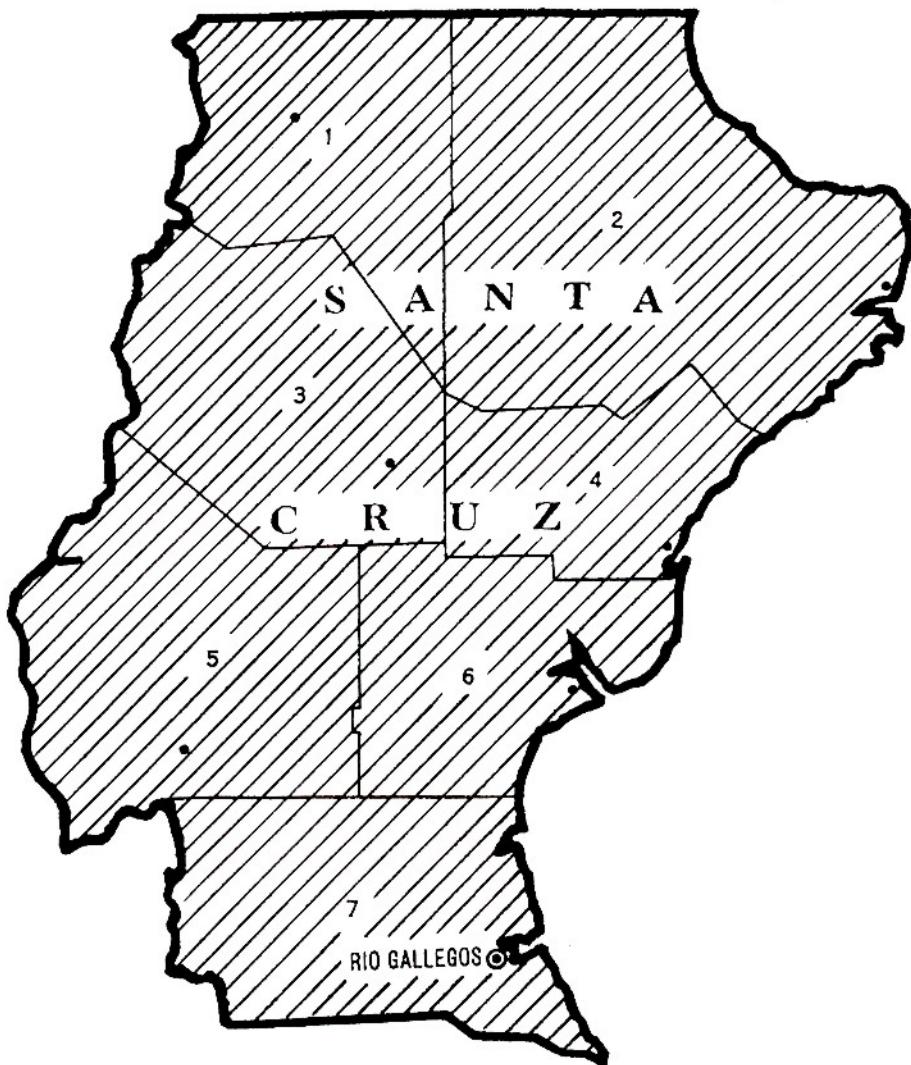


Villa Reynolds  $p_g = 0.45 \text{ kN/m}^2$

Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g (\text{kN/m}^2)$
9	Buena Esperanza	Gobernador Dupuy	318	0,3
6	Concarán	Chacabuco	672	0,3
4	La Toma	Coronel Pringles	892	0,3
8	Mercedes	General Pedernera	515	0,3
1	S. F. de Monte de Oro	Ayacucho	776	0,3
7	San Luis	Capital	709	0,3
5	San Martín	Libertador Gral. San Martín	955	0,3*
2	Santa Rosa	Junín	505	0,3
3	Villa General Roca	Belgrano	648	0,3*

$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$

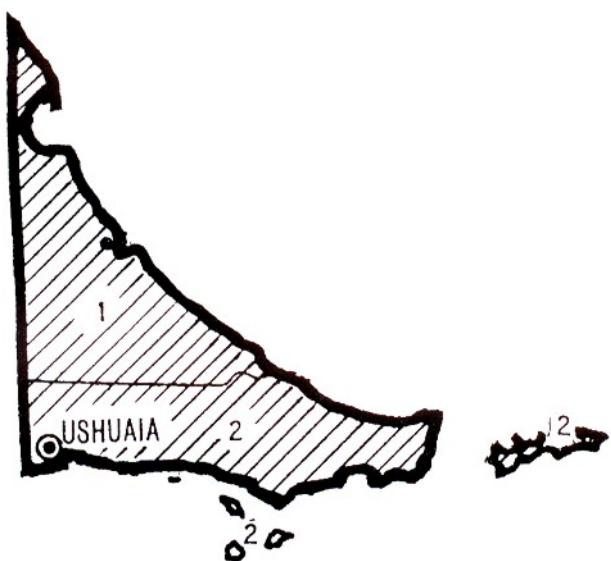
**Tabla 1.14. Provincia de Santa Cruz**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ (kN/m <sup>2</sup> )
5	El Calafate	Lago Argentino	225	1,2
3	Gobernador Gregores	Río Chico	280	2,0
1	Perito Moreno	Lago Buenos Aires	410	3,2
2	Puerto Deseado	Deseado	13	0,3
4	Puerto San Julián	Magallanes	19	0,4
6	Puerto Santa Cruz	Corpen Aike	40	0,4
7	Río Gallegos	Güer Aike	16	0,45

$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$

**Tabla 1.15. Provincia de Tierra del Fuego**



Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	$p_g$ (kN/m <sup>2</sup> )
1	Río Grande	Río Grande	10	0,75
2	Ushuaia	Ushuaia	10	1,0

$1 \text{ kN/m}^2 \approx 100 \text{ kgf/m}^2$

**Tabla 2. Factor de Exposición,  $C_e$**

Categoría de terreno	Exposición de la cubierta (*)		
	totalmente expuesta	parcialmente expuesta	protegida
A (ver Apéndice A)	N/A	1,1	1,3
B (ver Apéndice A)	0,9	1,0	1,2
C (ver Apéndice A)	0,9	1,0	1,1
D (ver Apéndice A)	0,8	0,9	1,0
Encima de la línea de árboles en áreas montañosas barridas por el viento	0,7	0,8	N/A
La categoría de terreno y las condiciones de exposición de la cubierta elegidas deben ser representativas de las condiciones previstas durante la vida de la estructura. Se debe determinar un factor de exposición para cada cubierta de una estructura.			
<b>(*) Definiciones</b>			
<b>Cubiertas parcialmente expuestas:</b> Son todas las cubiertas excepto las que se indican a continuación:			
<b>Cubiertas totalmente expuestas:</b> Son las cubiertas expuestas en todos sus lados sin la protección(**) aportada por el terreno, por estructuras más altas o por árboles. Las cubiertas que contienen varias piezas grandes de equipo mecánico, parapetos que se extienden por encima de la altura de la carga balanceada de nieve $h_b$ , u otras obstrucciones, no se incluyen en esta categoría .			
<b>Cubiertas protegidas:</b> Son las cubiertas ubicadas muy cerca o entre árboles tipo coníferas que califican como obstrucciones.			
(**)Las obstrucciones comprendidas en una distancia de <b>10 <math>h_o</math></b> brindan "protección", siendo $h_o$ la altura de la obstrucción por encima del nivel de la cubierta. Si las únicas obstrucciones son unos pocos árboles de hojas caducas que están sin hojas en invierno, se deberá utilizar la categoría " <b>cubierta totalmente expuesta</b> " excepto para terreno de categoría "A". Se hace notar que éstas son alturas por encima de la cubierta. Las alturas utilizadas para establecer las Categorías de Terreno en el Apéndice A son alturas por encima del suelo			
<b>N/A</b> no aplicable			

**Tabla 3. Factor Térmico,  $C_t$** 

Condición Térmica (*)	$C_t$
Todas las estructuras excepto las que se indican a continuación	1,0
Estructuras mantenidas justo por encima del congelamiento y otras con cubiertas frías ventiladas en las cuales la resistencia térmica, $R$ , entre el espacio ventilado y el espacio calefaccionado sea $> 4,4 \text{ K m}^2/\text{W}$ (kelvin metro cuadrado por watt)	1,1
Estructuras no calefaccionadas y estructuras intencionalmente mantenidas debajo del punto de congelamiento	1,2
Invernaderos continuamente calefaccionados (**) con una cubierta con resistencia térmica, $R < 0,4 \text{ K m}^2/\text{W}$ (kelvin metro cuadrado por watt)	0,85
(*) Estas condiciones deben ser representativas de aquellas previstas para los inviernos durante la vida de la estructura.	
(**) Los invernaderos continuamente calefaccionados son aquellos con una temperatura interior constantemente mantenida de $10^\circ \text{ C}$ ó más, en cualquier punto a <b>1 m</b> sobre el nivel de piso durante los inviernos y que tengan un asistente de mantenimiento constante, o un sistema de alarma de temperaturas para avisar en caso de falla de la calefacción.	
$1 \text{ K m}^2 / \text{W} = 1 \text{ }^\circ\text{C m}^2 / \text{W}$	

**Tabla 4. Factor de Importancia,  $I$  (Cargas de Nieve)**

Categoría *	$I$
I	0,8
II	1,0
III	1,1
IV	1,2

\* Ver Apéndice B



***ANEXO A LA TABLA 1.9.***

***MAPA DE CARGA DE  
NIEVE ALTERNATIVO DE LA  
PROVINCIA DEL NEUQUÉN***



**ESTUDIO BASICO PARA LA  
ACTUALIZACION DEL REGLAMENTO  
C.I.R.S.O.C. 104**  
**“ACCION DE LA NIEVE Y HIELO  
SOBRE LAS CONSTRUCCIONES”**  
**EN LA PROVINCIA DEL NEUQUEN**

**PROVINCIA DEL NEUQUEN**  
MINISTERIO DE ECONOMIA , OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
SUBSECRETARIA DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

DR. OSCAR A. TROVIANO  
Jefe Dpto. Estructuras  
Dirac. Gral. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.

## AUTORIDADES PROVINCIALES

GOBERNADOR

**Dn. FELIPE SAPAG**

MINISTRO DE ECONOMIA , OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS

**Cr. LUIS FERRACIOLI**

SUBSECRETARIO DE OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS

**Arq. CARLOS BARBE**

DIRECTOR PROVINCIAL DE ARQUITECTURA

**Arq. ARTURO SIEGENTHALER**

DIRECTOR GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

**Arq. JORGE VILLANUEVA**

JEFE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

**Ing. OSCAR TROVIANO**

## EQUIPO DE TRABAJO

**Ing. MARIO F. BERTALOT**

**Ing. MARCELO D. SICOLO**

**Ing. JHONY H. CHAAR**

**Ing. MARCELO A. BLANDA**

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL.

Ing. OSCAR A. TROVIANO  
JEFE DPTO. ESTRUCTURAS  
Dircc. Gen. de Estudios y Proyectos  
M. E. Q. S. P.



## Provincia del Neuquén

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos  
Dirección Provincial de Arquitectura



Dirección General de Estudios y Proyectos

### ESTUDIO BÁSICO PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL REGLAMENTO C.I.R.S.O.C 104 "ACCIÓN DE LA NIEVE Y HIELO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES" EN LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN.

El presente texto tiene como objeto dejar asentado a modo de resumen los puntos más importantes en la confección del trabajo en cuestión, ponerlo a consideración de futuros usuarios y someterlo a discusión pública por el término de seis meses. Dicho trabajo consta de 2 tomos y en los cuales se desarrollan los siguientes temas:

TOMO N° 01: conceptos teóricos básicos, medición, instrumental, tratamiento y análisis de datos, cálculo de densidades y conclusiones. (238 fs)

TOMO N° 02: Anexo. Fuentes de información, planillas y resumen de datos. (185fs).

Las copias respectivas de estos ejemplares se encuentran a disposición de quien así lo requiera para su consulta e información en los siguientes organismos: Ministerio de Economía, Obras y Servicios Públicos, Biblioteca Central de la Universidad Nacional del Comahue y delegación del C.I.R.S.O.C con sede en la Facultad de Ingeniería de Neuquén.

#### A) INTRODUCCIÓN

El objetivo propuesto en principio para realización de estos estudios fue el de confeccionar un método simple para la obtención de los valores correspondientes a la sobrecarga gravitatoria de nieve y que las mismos pudieran ser de fácil acceso para consulta por parte de los ingenieros estructuralistas. De este modo se confeccionaron tablas con valores para cada Localidad de la Provincia acompañándolas de un Mapa en el que se graficaron curvas indicativas de la cantidad máxima de nieve acumulada durante el período de vida útil de una estructura.

El desarrollo se fundamentó en la necesidad de reevar los valores de sobrecarga básica de nieve ( $q_0$ ) que rigen actualmente en el Reglamento Nacional de Seguridad para Obras Civiles (C.I.R.S.O.C 104) para la Provincia del Neuquén ya que existen criterios disímiles para la valuación de la misma tanto en zonas de límites interprovinciales como departamentales.

#### B) METODOLOGÍA DE TRABAJO

A los fines de establecer un orden en el desarrollo y avance de la investigación se dividió la tarea en etapas, las que a continuación se detallan:

##### 1) Recopilación de datos nivométricos.

Los mismos se recabaron en todo el ámbito Provincial mediante consultas a:

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

MR. OSCAR A. TROVIANO  
JEFE DPTO. ESTRUCTURAS  
Dir. Gral. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.



## Provincia del Neuquén

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos

Dirección Provincial de Arquitectura



Dirección General de Estudios y Proyectos

1-a) Organismos Pùblicos Nacionales y/o Provinciales. (Servicio Meteorológico Nacional , Gendarmería, Vialidad Provincial , COPADE , Municipios , Universidad Nacional del Comahue).

1-b) Organismos privados y/o Entes descentralizados. EVARSA , HIMECO S.R.L. y Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (ex Hidronor S.A.).

1-c) Consulta a pobladores. Se realizó a través de cinco comisiones de trabajo a distintas localidades del interior utilizando un cuestionario preestablecido y que mediante la interrogación directa permitió establecer fecha , altura y tipo de precipitación ocurrida.

### 2) Procesamiento de datos.

Una vez recopilada la información , se confeccionó una base de datos en la que se consignó : Localidad , estación y/o ubicación geográfica y se les asignó un código de registro que sirvió para identificar dicha estación en el mapa general . En cada estación figuran las variables de temperatura máxima y mínima , altura de nieve acumulada y precipitación líquida y sólida.

### 3) Análisis y tratamiento de datos.

Con los datos nivométricos volcados en la base de datos , fue necesario efectuar un análisis detallado de los mismos con el objeto de corregir eventuales errores existentes en las series y paliar las discontinuidades producidas en los registros por la falta de información y/o ausencia de observaciones o por fallas de instrumental , así se recurrió a la utilización de los siguientes métodos de control:

3-a) Doble acumulación . Método utilizado para corrección contraste y extrapolación de valores medios de la serie.

3-b) Correlación . Método utilizado para llenar individualmente vacíos existentes en la serie de datos.

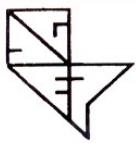
3-c) Consistencia gráfica. Método utilizado para detectar errores en la transcripción de datos .

### 4) Cálculo de la precipitación máxima.

Para el estudio de la precipitación máxima se utilizan comúnmente los métodos estadísticos los cuales requieren contar con un récord importante de valores (20 años como mínimo de registros de precipitaciones máximas) , para que los ajustes sean representativos de la muestra de datos. En nuestro caso los récords en promedio tienen una extensión de 15 años , es por ello que se decidió utilizar regresiones lineales entre los valores registrados de precipitación máxima (Pmáx) y sus respectivas frecuencias experimentales ( $P_{máx} = f(T)$ ) , donde (T) es el tiempo de recurrencia al que se lo define como el "tiempo en promedio para que un evento sea igualado o superado" y es la inversa de la probabilidad ( $p = 1/T$ ) , adoptando en este estudio  $T_r = 50$  años (tiempo de recurrencia).

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

Ing. OSCAR A. TROVIANO  
JEFE DPTO. ESTRUCTURAS  
Dirc. Gral. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.



## Provincia del Neuquén

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos  
Dirección Provincial de Arquitectura



Dirección General de Estudios y Proyectos

A través de este método se analizaron las 52 estaciones pluvionivométricas disponibles, obteniéndose resultados satisfactorios, lo que permitió realizar la extrapolación hacia frecuencias superiores al registro de datos de Pmáx.

### 5) Determinación de la densidad de nieve.

La densidad de nieve es muy variable con valores que oscilan entre los 100/150 kg/m<sup>3</sup> para la nieve recién caída a valores de 600/700 kg/m<sup>3</sup> para la nieve congelada y/o asentada.

Debido a la gran dispersión de valores se decidió realizar dos tareas simultaneas con el fin de evaluar y determinar la densidad:

a) Realizar mediciones in-situ siguiendo el método aconsejado por el Servicio Meteorológico Nacional, efectuándose en dos temporadas invernales consecutivas en las localidades de Copahue y Caviahue.

b) Tomar los registros aportados por EVARSA en catorceos de alta montaña en zona de ubicación de Snow Pillow y rutas de nieve. Con los resultados obtenidos se asignó un valor de densidad de nieve en función de la altura, consignando valores cada 20 cm de espesor del manto níveo.

El peso específico medio se podrá tomar en 220 kg/m<sup>3</sup> para la nieve empapada recien caida y 300 kg/m<sup>3</sup> para la nieve compactada y/o asentada.

### 6) Trazado de Isoquionas .(Isolineas de igual acumulación nival).

Las isoquionas son el lugar geométrico de los puntos de igual precipitación nívea y su trazado se determina de un modo análogo al de las curvas de nivel en topografía, interpolándose de acuerdo con los valores registrados en las estaciones poteadas y ubicadas según los registros obtenidos.

Se tuvieron en cuenta la influencia de ciertos factores condicionantes y que hacen al trazado final de las curvas a adoptar y que son : altitud , relieve , frentes de viento , temperaturas medias anuales , ubicación geográfica.

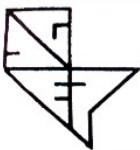
Para una primera aproximación al mapa base se utilizó un software denominado G.I.S (topograf) que nos permitió incorporar las variables en juego, luego de lo cual se procedió a armonizar y compatibilizar los valores asignados con los propios de las Provincias limítrofes de Mendoza y Río Negro , trabajando con la concavidad de las curvas y tomando como patrón de referencia las curvas de nivel , curvas isotermas e isoyetas , buscando la coherencia por los fenómenos climáticos en si mismos.

### C) CONCLUSIONES

Como conclusión general de esta investigación se presenta el Mapa de la Provincia del Neuquén con el trazado correspondiente a las curvas Isoquionas cada 10 kg/m<sup>2</sup>. Los valores indicados son el resultado del análisis de los registros obtenidos de las distintas fuentes de información en cada estación de estudio como máximos extraordinarios.

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

ING. OSCAR A. TRÓVIANO  
Jefe Dpto. Estructuras  
Dires. Gral. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.



## Provincia del Neuquén

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos  
Dirección Provincial de Arquitectura



Dirección General de Estudios y Proyectos

Para determinar la carga básica de nieve ( $q_0$ ) se tendrá en cuenta la ubicación geográfica de la construcción y se procederá como se indica a continuación:

- a) Si la construcción se encuentra ubicada en zona urbana de una Cabecera de Departamento o Localidad , el valor será el que se indica en Tablas N° 9 y N° 9-1.
- b) Si la ubicación de la construcción no se encuentra encuadrada dentro de las Localidades indicadas en tablas , se deberá ubicar en mapa y leer directamente el valor de sobrecarga a ser utilizado en la isolínea correspondiente , pudiendo realizar si es necesario una interpolación lineal entre dos de ellas.
- c) En aquellos lugares de cordillera y precordillera que no figuran en tablas y mapa adjunto y donde se produzcan fenómenos singulares que den lugar a caídas de nieve de características excepcionales se deberá aplicar la fórmula suiza que se adjunta.

$$q_0 (\text{Kg/m}^2) = 160 + 1,4 (H / 100)^2 \quad \text{utilizada para } H > 800 \text{ mts}$$

$q_0$  = carga básica de nieve  
 $H$  = altura respecto al nivel del mar.

### d) Campo de validez

- 1) Los valores de carga básica de nieve ( $q_0$ ) indicados en la última columna de las Tablas N° 9 y N° 9-1 y en el Mapa correspondiente son válidos para las zonas urbanas allí especificadas.
- 2) Los valores indicados para la carga básica de nieve ( $q_0$ ) no tienen en cuenta las situaciones locales que se puedan producir, debido a microclimas propios del lugar del emplazamiento de la construcción.
- 3) En ningún caso se podrán utilizar valores menores a los asignados en tablas y mapa.

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

Ing. OSCAR A. TROVANO  
JEFE DPTO. ESTRUCTURAS  
Dircc. Gen. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.



## PROVINCIA DEL NEUQUEN

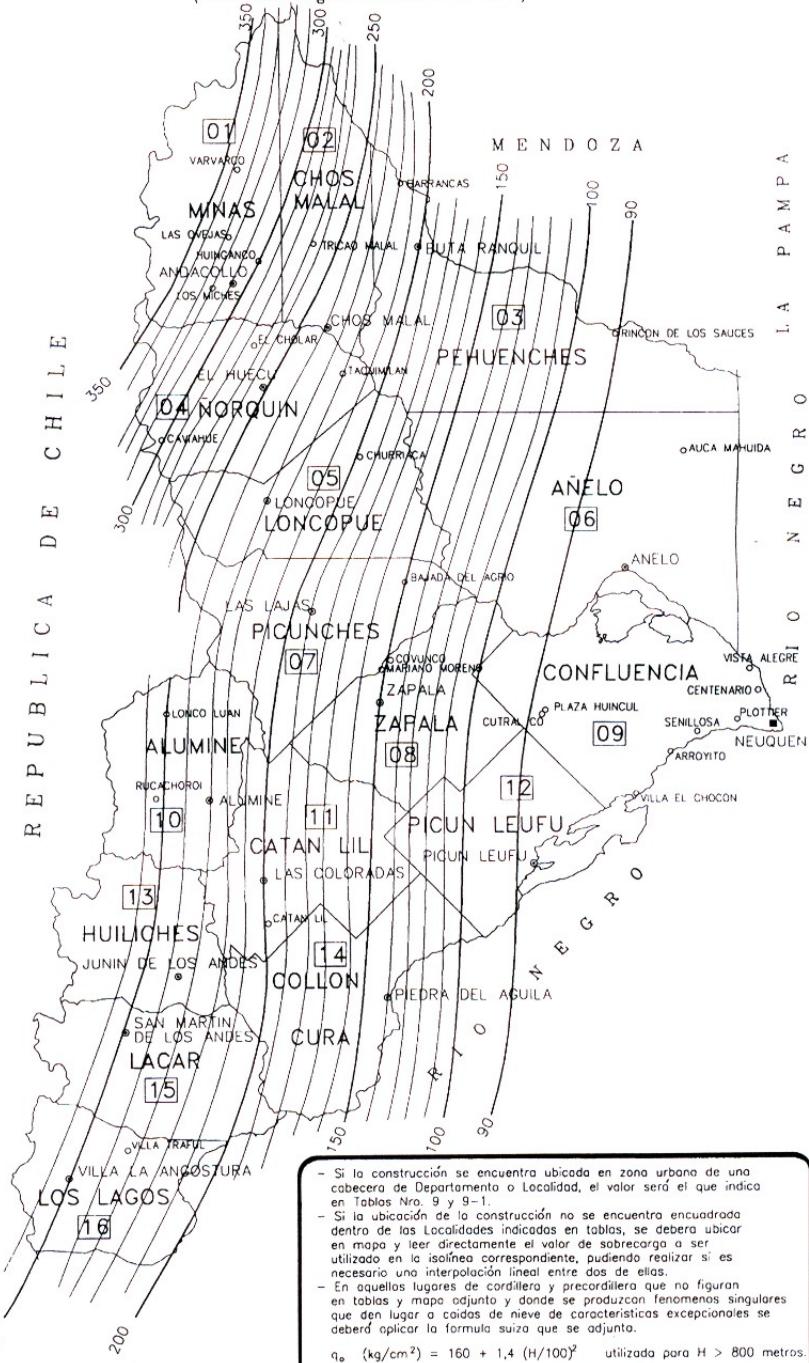
MINISTERIO DE HACIENDA, OBRAS Y SERVICIOS PUBLICOS  
DIRECCION PROVINCIAL DE ARQUITECTURA

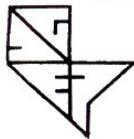


### DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

#### DISTRIBUCION DE LA CARGA DE NIEVE EN LA PROVINCIA DEL NEUQUEN

CURVAS ISOQUINAS  
(Isolíneas de igual acumulación nival)





**P r o v i n c i a d e l N e u q u é n**

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos  
Dirección Provincial de Arquitectura



Dirección General de Estudios y Proyectos

**VALORES DE CARGA BASICA DE NIEVE (qo) - Provincia del Neuquén**

**TABLA 9 - VALORES PARA (qo) EN CABECERA DE DEPARTAMENTO**

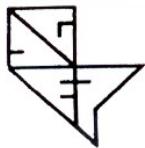
Nº	LOCALIDAD. CABECERA DE DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	HSNM (mts)	qo (kg / m <sup>2</sup> )
01	Andacollo	MINAS	1.415	<b>310</b>
02	Chos Malal	CHOS MALAL	866	<b>240</b>
03	Buta Ranquil	PEHUENCHES	850	<b>200</b>
04	El Huecú	ÑORQUIN	1.150	<b>250</b>
05	Loncopué	LONCOPUÉ	892	<b>230</b>
06	Añelo	AÑELO	405	<b>90</b>
07	Las Lajas	PICUNCHES	710	<b>190</b>
08	Zapala	ZAPALA	1.012	<b>150</b>
09	Neuquén	CONFLUENCIA	265	<b>90</b>
10	Aluminé	ALUMINÉ	1.260	<b>230</b>
11	Las Coloradas	CATAN LIL	960	<b>200</b>
12	Picún Leufú	PICUN LEUFU	391	<b>90</b>
13	Junín de Los Andes	HUILICHES	773	<b>235</b>
14	Piedra del Aguila	COLLON CURA	573	<b>140</b>
15	San Martín de Los Andes	LACAR	625	<b>250</b>
16	Villa La Angostura	LOS LAGOS	845	<b>250</b>

**REFERENCIAS:**

- 1) Los valores de la carga básica de nieve (qo) indicados en la última columna son válidos para las zonas urbanas de las Cabeceras de los Departamentos respectivos.
- 2) Los nombres y los números con que se designan los Departamentos corresponden al Mapa de División Departamental definitiva Año 1916 , aprobada por Ley Provincial N° 45 Año 1958.
- 3) H.S.N.M. : Altura sobre el nivel del mar . Fuente de información : ATLAS de la Provincia del Neuquén ( U.N.C. Dpto de Geografía ) y Mapa de Cartografía Vial y Turística A.C.A.

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

Ing. OSCAR A. TROVIANO  
JEFE DPTO. ESTRUCTURAS  
Dirac. Gral. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.



## Provincia del Neuquén

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos  
Dirección Provincial de Arquitectura

Dirección General de Estudios y Proyectos



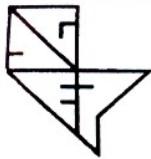
### VALORES DE CARGA BASICA DE NIEVE (qo) - Provincia del Neuquén

TABLA 9.1 - VALORES PARA (qo) EN DISTINTAS LOCALIDADES

LOCALIDAD.	UBICACION EN DEPARTAMENTO	qo (kg / m <sup>2</sup> )
Centenario , Plottier , Senillosa	Confluencia	<b>90</b>
Plaza Huincul , Cutral Có , Vº el Chocón	Confluencia	<b>90</b>
Rincon de los Sauces	Pehuenches	<b>90</b>
Mariano Moreno , Covunco	Zapala	<b>150</b>
Bajada del Agrio	Picunches	<b>150</b>
Catán - Líl	Catán- Líl	<b>200</b>
Chorriaca	Loncopué	<b>200</b>
Taquimilán	Norquín	<b>220</b>
Barrancas	Pehuenches	<b>220</b>
Villa Traful	Los Lagos	<b>235</b>
Lonco- Luan	Aluminé	<b>250</b>
Ruca Choroi	Aluminé	<b>255</b>
Tricao Malal	Chos Malal	<b>270</b>
El Cholar	Norquín	<b>275</b>
Huinganco	Minas	<b>300</b>
Caviahue	Norquín	<b>300</b>
Los Miches	Minas	<b>320</b>
Las Ovejas	Minas	<b>330</b>
Varvarco	Minas	<b>345</b>

MARIO F. BERTALOT  
ING. CIVIL

Ing. OSCAR A. TROVIANO  
JEFÉ DPTO. ESTRUCTURAS  
Dircc. Gen. de Estudios y Proyectos  
M. E. O. S. P.



## Provincia del Neuquén

Ministerio de Hacienda, Obras y Servicios Públicos  
Dirección Provincial de Arquitectura



Dirección General de Estudios y Proyectos

### EQUIPO DE TRABAJO

*Ing. Mario F. BERTALOT*

*Ing. Marcelo D. SICOLO*

*Ing. Jhony H. CHAAR*

*Ing. Marcelo A. BLANDA*

### ASESORES EXTERNOS

*Ing. Jorge LASSIG  
Ing. Jose HOFFMAN*

*Ing. Raul A. RAPACIOLI  
HIMECO S.R.L*

### ORGANISMOS PROMTORES

Ministerio de Economía , Obras y Servicios Públicos de Neuquén  
Universidad Nacional del Comahue . Facultad de Ingeniería .

### COMISION PERMANENTE

*Ing. Mario BERTALOT  
Rioja 229 Piso 9 (8300) Neuquén.*

*Ing. Oscar TROVIANO  
Tel 099-481401 al 481411  
Internos 5260/5275/5256*

MARIO F. BERTALOT  
ING CIVIL

Ing. OSCAR A. TROVIANO  
JEFÉ DPTO. ESTRUCTURAS  
Dircc. Gen. de Estudios y Proyectos  
M. E. Q. S. P.

# APÉNDICE A. CATEGORÍAS DE EXPOSICIÓN

Una categoría de exposición debe reflejar adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura.

Para un emplazamiento ubicado en la zona de transición entre dos categorías, se debe aplicar aquella que conduzca a los valores de cargas mayores. Además se deben considerar las variaciones en la rugosidad superficial del terreno que se generen a partir de la topografía natural y de la vegetación, así como de las construcciones existentes.

La exposición en la cual se ubica un edificio específico u otra estructura se debe determinar dentro de las siguientes categorías:

## 1. Exposición A

Centro de grandes ciudades con un mínimo del **50%** de los edificios de altura mayor que **20 m**.

El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición **A** prevalece en la dirección de barlovento en una distancia, como mínimo, de **800 m** ó **10** veces la altura del edificio u otra estructura; de ambas condiciones debe adoptarse la que resulte mayor. Se tendrán en cuenta los posibles efectos de acanalamiento o presiones dinámicas incrementadas debido a que el edificio o estructura se ubica en la estela de edificios adyacentes.

## 2. Exposición B

Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición **B** prevalece en la dirección de barlovento en una distancia, como mínimo, de **500 m** ó **10** veces la altura del edificio u otra estructura; de ambas condiciones debe adoptarse la que resulte mayor.

## 3. Exposición C

Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que **10 m**. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.

## 4. Exposición D

Areas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia, como mínimo de **1600 m**. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua. La exposición **D** se extiende tierra adentro, desde la costa, a una distancia de **500 m** ó **10** veces la altura del edificio o estructura; de ambas condiciones debe adoptarse la que resulte mayor.



## APÉNDICE B. CLASIFICACIÓN DE EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS PARA CARGAS DE NIEVE

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
<b>Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado, a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalaciones Agrícolas.</li> <li>▪ Ciertas instalaciones temporarias.</li> <li>▪ Instalaciones menores para almacenamiento.</li> </ul>	I
<b>Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en las Categorías I, III y IV.</b>	II
<b>Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado, a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras con escuelas primarias, secundarias o instalaciones para guarderías con capacidad mayor que 250 personas.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos.</li> <li>▪ Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.</li> <li>▪ Instalaciones para cárceles y detenciones.</li> <li>▪ Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV.</li> </ul>	III
<b>Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de substancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalaciones petroquímicas.</li> <li>▪ Instalaciones para almacenamiento de combustibles.</li> <li>▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos.</li> <li>▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos.</li> </ul> <b>Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de substancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas</b> (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivas para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	
<b>Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitado, a:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia.</li> <li>▪ Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia.</li> <li>▪ Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias.</li> <li>▪ Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias.</li> <li>▪ Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia.</li> <li>▪ Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego).</li> <li>▪ Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia.</li> <li>▪ Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios.</li> <li>▪ Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional.</li> </ul>	IV

Las categorías varían de **I** a **IV**, donde la categoría **I** representa edificios y otras estructuras con bajo peligro para la vida humana en caso de falla y la categoría **IV** representa instalaciones esenciales. Cada edificio u otra estructura se debe asignar a la categoría aplicable más alta.

Cuando los edificios u otras estructuras tienen usos múltiples, se debe examinar la relación entre los usos de las distintas partes del edificio u otra estructura y la independencia de los sistemas estructurales de aquellas diferentes partes.

La clasificación para cada sistema estructural independiente de un edificio u otra estructura de uso múltiple debe ser aquella del grupo de uso más alto en cualquier parte del edificio u otra estructura, que sea dependiente de aquel sistema estructural básico.

# APÉNDICE C. COMBINACIONES DE CARGA QUE INCLUYEN CARGAS DE NIEVE Y HIELO

## C.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Los edificios y otras estructuras se deben diseñar siguiendo las disposiciones del artículo C.3., las que se deben usar exclusivamente para el dimensionamiento de todos los elementos de una estructura ejecutados con un material de construcción particular.

## C.2. SIMBOLOGÍA

- D** carga permanente.  
**D<sub>i</sub>** peso del hielo.  
**E** carga de sismo.  
**F** carga debidas al peso y presión de fluidos con presiones bien definidas y alturas máximas controlables.  
**F<sub>a</sub>** carga de crecida.  
**H** carga debida al peso y a la presión lateral del suelo, del agua en el suelo u otros materiales a granel.  
**L** sobrecargas.  
**L<sub>r</sub>** sobrecargas en las cubiertas.  
**R** cargas provenientes de la lluvia.  
**S** cargas de nieve.  
**T** solicitudes de coacción y efectos provenientes de la contracción o expansión resultante de las variaciones de temperatura, fluencia lenta de los materiales componentes, contracción, cambios de humedad y asentamientos diferenciales.  
**W** carga de viento.  
**W<sub>i</sub>** viento sobre hielo determinado según el Reglamento de Acción del Hielo sobre las Construcciones.

## C.3. COMBINACIONES DE CARGA MAYORADAS USANDO EL DISEÑO POR RESISTENCIA

### C.3.1. Campo de validez

Las combinaciones de carga y los factores de mayoración dados en el artículo C.3.2, se deben utilizar sólo en aquellos casos en que el Reglamento CIRSOC o INPRES-CIRSOC 2005 de diseño específico para el material utilizado lo autorice expresamente.

### C.3.2. Combinaciones Básicas

Las estructuras, los componentes y fundaciones se deben diseñar de manera tal que su resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones que incluyen nieve:

$$1,2(D+F+T) + 1,6(L+H) + 0,5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (1)$$

$$1,2D + 1,6(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) + (L \text{ ó } 0,8W) \quad (2)$$

$$1,2D + 1,6W + L + 0,5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (3)$$

$$1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S \quad (4)$$

$$0,9 D + 1,6 W + 1,6 H \quad (5)$$

### Excepciones

- 1) El factor de carga para **L** en las combinaciones (2), (3) y (4) se puede tomar igual a **0,5** para aquellos destinos en que la sobrecarga mínima uniformemente distribuida sea igual o menor que **5 kN/m<sup>2</sup>**. Para garajes o áreas ocupadas como lugares de reunión de público, el coeficiente será igual a **1,0**.
- 2) El factor de carga para **H** puede ser considerado igual a **0** en la combinación (5) si la acción estructural debida a **H** contrarresta o neutraliza la acción debida a **W**. Cuando la presión lateral del suelo contribuye a resistir las acciones estructurales debidas a otras fuerzas, no es necesario incluirlas en **H**, **pero si es necesario incluirlas en el diseño por resistencia**.
- 3) El factor de carga para **S** en la combinación (4) será igual a **0,7** para configuraciones particulares de cubierta, tales como dientes de sierra, que no permiten evacuar la nieve acumulada, tal como lo exige el Reglamento INPRES-CIRSOC 103-2005, Parte II.

El Proyectista o Diseñador Estructural debe analizar cada estado límite de resistencia relevante, lo mismo que los efectos de una o más cargas no actuantes. Se deben analizar también los efectos más desfavorables originados por viento y sismo, donde sea apropiado pero no es necesario suponer que actúen simultáneamente.

### C.3.3. Combinaciones de carga que incluyen cargas de hielo atmosférico

Cuando una estructura esté sujeta a cargas de hielo atmosférico y viento sobre hielo, se deben considerar las siguientes combinaciones de carga:

$$1,2 (D+F+T) + 1,6 (L+H) + 0,2 D_i + 0,5 S \quad (1)$$

Esta combinación surge de reemplazar en la combinación (1) del artículo C.3.2., la expresión  $0,5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$  por  **$0,2 D_i + 0,5 S$**

$$1,2 D + L + D_i + W_i + 0,5 S \quad (2)$$

Esta combinación surge de reemplazar en la combinación (3) del artículo C.3.2., la expresión  $1,6 W + 0,5 (L_r \text{ ó } S \text{ ó } R)$  por  **$D_i + W_i + 0,5 S$**

$$0,9 D + D_i + W_i + 1,6 H \quad (3)$$

Esta combinación surge de reemplazar en la combinación (5) del artículo C.3.2., la expresión  $1,6 W$  por  **$D_i + W_i$**

# ÍNDICE

## ACCIÓN DEL HIELO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES

### CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

1.1. ESTUDIOS EN LUGARES ESPECÍFICOS	63
1.2. CARGAS DINÁMICAS	64

CAPÍTULO 2. DEFINICIONES	65
--------------------------	----

CAPÍTULO 3 - SIMBOLOGÍA	67
-------------------------	----

### CAPÍTULO 4. CARGAS DE HIELO DEBIDAS A LLUVIA CONGELANTE

4.1. PESO DEL HIELO	69
4.2. ESPESOR NOMINAL DEL HIELO	69
4.3. FACTOR DE ALTURA	70
4.4. FACTORES DE IMPORTANCIA	70
4.5. FACTOR TOPOGRÁFICO	70
4.6. ESPESOR DE HIELO DE DISEÑO PARA LLUVIA CONGELANTE	70

### CAPÍTULO 5. VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS CUBIERTAS DE HIELO

5.1. VIENTO SOBRE CHIMENEAS, TANQUES Y ESTRUCTURAS SIMILARES CUBIERTAS DE HIELO	71
5.2. VIENTO SOBRE PAREDES AISLADAS Y CARTELES LLENOS	71
5.3. VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS RETICULADAS Y CARTELES ABIERTOS CUBIERTOS DE HIELO	71
5.4. VIENTO SOBRE TORRES RETICULADAS CUBIERTAS DE HIELO	72

CAPÍTULO 6. CARGA PARCIAL	73
---------------------------	----

CAPÍTULO 7. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO	75
-------------------------------------	----

## **FIGURAS**

<b>Figura 1. Dimensión característica, <math>D_c</math>, para el cálculo del área de hielo para varias formas de secciones transversales</b>	77
<b>Figura 2. Distribución de cargas de hielo en la República Argentina</b>	78

## **TABLAS**

<b>Tabla 1. Factor de Importancia, <math>I_i</math> e <math>I_w</math></b>	79
<b>Tabla 2.a). Espesor nominal de hielo, <math>t</math>, según la zona</b>	79
<b>Tabla 2.b). Espesor nominal de hielo, <math>t</math>, y velocidad de viento concurrente, <math>V_c</math></b>	79

**ACCIÓN DEL HIELO  
SOBRE LAS  
CONSTRUCCIONES**



# CAPÍTULO 1. REQUISITOS GENERALES

Las cargas de hielo atmosférico debidas a lluvia congelante, a nieve, y al congelamiento dentro de nubes, se deben considerar en el diseño de estructuras sensibles al hielo.

Las cargas estructurales debidas a la escarcha no se deben considerar en el diseño.

Las disposiciones de los Capítulos 1 a 7 de Acción del Hielo sobre las Construcciones, no son de aplicación a los sistemas de transmisión eléctrica, torres de comunicación, mástiles y estructuras afines para los cuales se deberán utilizar los reglamentos nacionales existentes o los Reglamentos CIRSOC e INPRES-CIRSOC 2005 y posteriores que se redacten al efecto.

## 1.1. ESTUDIOS EN LUGARES ESPECÍFICOS

A continuación se detallan los lugares específicos de nuestro país en los cuales se deben realizar estudios para determinar el espesor del hielo y la velocidad del viento concurrente; ellos son:

1. Cordillera de los Andes y Precordillera,
2. Patagonia, Antártida e Islas del Atlántico Sur,
3. Altas Cumbres de Córdoba, cerros de Tucumán,
4. Lugares que se encuentran a alturas mayores que 3.000 m sobre nivel del mar,
5. Regiones especiales de congelamiento,
6. Terreno montañoso y gargantas donde su examen indica que existen condiciones inusuales de congelamiento.

Los estudios en los lugares específicos están sujetos a la revisión y aprobación de la autoridad jurisdiccional.

En lugar de utilizar los valores establecidos, se puede determinar el espesor del hielo y la velocidad del viento concurrente para una estructura, basándose en datos meteorológicos locales sobre un intervalo de recurrencia media posible de obtención, siempre que:

1. La calidad de los datos para viento y el tipo y cantidad de precipitación reunan las condiciones necesarias,
2. Se utilice un algoritmo confiable para la acumulación de hielo que permita estimar el espesor uniforme de hielo y las velocidades concurrentes del viento a partir de dichos datos,

3. Se utilicen procedimientos de análisis estadístico de los valores extremos que sean aceptables para la autoridad jurisdiccional al analizar los datos del espesor de hielo y la velocidad del viento concurrente, y que
4. Se considere la longitud de los registros y el error de la muestra.

## **1.2. CARGAS DINÁMICAS**

Las cargas dinámicas resultantes del galope, derrame de hielo y vibraciones eólicas que son causadas o incrementadas por la acumulación de hielo sobre un elemento flexible, sea éste estructural, componente o accesorio, no se consideran en este capítulo.

## CAPÍTULO 2. DEFINICIONES

Las siguientes definiciones sólo son válidas a los fines de este Reglamento.

**Cancellada Blanca:** Hielo blanco u opaco con aire atrapado.

**Componentes y Elementos Accesorios:** Elementos no estructurales que pueden estar expuestos a congelamiento atmosférico. Por ejemplo: escaleras, barandas, antenas, guías de ondas, líneas de transmisión de radio (RF), cañerías, conductos eléctricos, y bandejas para cables.

**Congelamiento dentro de Nubes:** Proceso que se desarrolla cuando las gotitas subfundidas de una nube o niebla llevadas por el viento, se congelan por el impacto con objetos. El congelamiento dentro de las nubes forma habitualmente cancellada blanca, pero también puede producir hielo liso.

**Escarcha:** Una acumulación de cristales de hielo formado por la deposición directa de vapor de agua del aire sobre un objeto.

**Estructuras Sensibles al Hielo:** Estructuras para las cuales el efecto de la carga de congelamiento atmosférico gobierna el diseño de parte o toda la estructura. Esto incluye, pero no está limitado, a estructuras reticuladas, mástiles atirantados, líneas tendidas al aire, iluminación suspendida y puentes suspendidos por cables, sistemas de cables aéreos, por ejemplo ascensores para esquies y operación de correderas, paseos de entretenimiento, pasarelas, escaleras y plataformas abiertas, mástiles para banderas y carteles de señalización.

**Hielo Liso:** Hielo claro de alta densidad

**Lluvia Congelante:** Lluvia o llovizna que cae dentro una capa de aire muy frío sobre la superficie de la tierra y se congela al contacto con el terreno o con un objeto expuesto, formando hielo liso.

**Nieve:** Precipitación de cristales de hielo aislados o aglomerados que cae de una nube y se adhiere a los objetos por alguna combinación de fuerzas capilares, congelamiento e incrustación.



## CAPÍTULO 3. SIMBOLOGÍA

- $A_s$**  área de la superficie de un lado de una placa plana o el área proyectada de formas complejas.
- $A_i$**  área de la sección transversal de hielo.
- $D$**  diámetro de una estructura o elemento circular, en m.
- $D_c$**  diámetro del cilindro que circunscribe un objeto.
- $f_z$**  factor que tiene en cuenta el incremento del espesor de hielo con la altura.
- $I_i$**  factor de importancia y multiplicador del espesor de hielo basado en la categoría de la estructura, como se define en el Apéndice B.
- $I_w$**  factor de importancia y multiplicador del espesor de hielo para la presión del viento concurrente en base a la categoría de la estructura, definida en el Apéndice B.
- $K_{zt}$**  factor topográfico que se define en el Reglamento CIRSOC 102-2005 (artículo 5.7.2.).
- $q_z$**  presión dinámica evaluada a la altura  $z$  sobre el nivel del terreno, en N/m<sup>2</sup> (se define en el Reglamento CIRSOC 102-2005 (artículo 5.10.).
- $r$**  radio de la máxima sección transversal de una cúpula o radio de una esfera.
- $t$**  espesor nominal de hielo debido a la lluvia congelada a una altura de 10 m, en mm.
- $t_d$**  espesor de hielo de diseño que se obtiene de la expresión (5), en mm.
- $V_c$**  velocidad de viento concurrente en m/s.
- $V_i$**  volumen de hielo.
- $Z$**  altura sobre nivel del terreno en m.
- $\varepsilon$**  relación de solidez, definida en el Reglamento CIRSOC 102-2005.



## CAPÍTULO 4. CARGAS DE HIELO DEBIDAS A LLUVIA CONGELANTE

### 4.1. PESO DEL HIELO

La carga de hielo se debe determinar utilizando el peso del hielo liso que se forma en todas las superficies expuestas de los elementos estructurales, tensores, componentes, accesorios y sistemas de cable. En el caso de perfiles estructurales, elementos prismáticos, y otras formas similares, el área de la sección transversal de hielo se debe determinar mediante la siguiente expresión:

$$A_i = \pi t_d (D_c + t_d) \quad (1)$$

$D_c$  se obtiene de la Figura 1, para diferentes formas de secciones transversales.

Para placas planas y grandes objetos tridimensionales, tales como cúpulas y esferas, el volumen de hielo se debe determinar mediante la siguiente expresión:

$$V_i = \pi t_d A_s \quad (2)$$

Para una placa plana, el valor de  $A_s$  será el área de un lado de la placa, mientras que para cúpulas y esferas  $A_s$  se debe determinar mediante la siguiente expresión:

$$A_s = \pi r^2 \quad (3)$$

Para placas verticales, se permite multiplicar  $V_i$  por **0,8** y para placas horizontales se permite hacerlo por **0,6**.

El valor de la densidad del hielo se debe adoptar siempre  $\geq 900 \text{ kg/m}^3$ .

### 4.2. ESPESOR NOMINAL DEL HIELO

En función de las zonas definidas en la Figura 2, en la Tabla 2 se especifica el espesor de hielo radial uniforme equivalente,  $t$ , debido a la lluvia congelante a una altura de **10 m**, en función de la altura y de la velocidad de viento concurrente. Los espesores para acumulaciones de hielo debidas a otras causas, se deben obtener para todas las regiones, de los estudios meteorológicos locales.

### 4.3. FACTOR DE ALTURA

El factor de altura,  $f_z$ , utilizado para incrementar el espesor de hielo radial para una altura  $z$  sobre el nivel del terreno se debe determinar con la siguiente expresión:

$$f_z = \left( \frac{z}{10} \right)^{0,10} \quad \text{para } 0 \text{ m} < z \leq 275 \text{ m} \quad (4)$$

$$f_z = 1,4 \quad \text{para } z > 275 \text{ m}$$

### 4.4. FACTORES DE IMPORTANCIA

Los factores de importancia que se deben aplicar al espesor de hielo radial y a la presión de viento, de acuerdo con la clasificación de la estructura establecida en el Apéndice B, están especificados en la Tabla 1.

El factor de importancia multiplicador,  $I_i$ , debe actuar sobre el espesor de hielo y no sobre su peso, debido a que el peso del hielo no es una función lineal del espesor.

### 4.5. FACTOR TOPOGRÁFICO

Para estructuras ubicadas sobre lomas, colinas y acantilados los valores de espesor de hielo y velocidad del viento concurrente resultan mayores que aquellos obtenidos a nivel del terreno llano, debido a los efectos de aceleración del viento.

El factor topográfico para la presión de viento concurrente es  $K_{zt}$  y el factor topográfico para el espesor de hielo es  $(K_{zt})^{0,35}$ , donde  $K_{zt}$  se obtiene del Reglamento CIRSOC 102-2005.

### 4.6. ESPESOR DE HIELO DE DISEÑO PARA LLUVIA CONGELANTE

El espesor de hielo de diseño  $t_d$  se debe determinar de acuerdo con la siguiente expresión:

$$t_d = t I_i f_z (K_{zt})^{0,35} \quad (5)$$

## CAPÍTULO 5. VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS CUBIERTAS DE HIELO

El hielo adherido a elementos estructurales, componentes y accesorios incrementa el área proyectada de la estructura expuesta al viento. El área proyectada se debe incrementar agregando el valor  $t_d$  a todos sus bordes libres.

Las cargas de viento sobre estas áreas proyectadas e incrementadas se deben utilizar en el diseño de estructuras sensibles al hielo. En la Figura 2 y en la Tabla 2 se especifican las velocidades de viento que son concurrentes con las cargas de hielo debidas a la lluvia congelante.

Las cargas de viento se deben determinar de acuerdo con el Reglamento CIRSOC 102-2005, modificado por los artículos 5.1. a 5.4.

### 5.1. VIENTO SOBRE CHIMENEAS, TANQUES Y ESTRUCTURAS SIMILARES CUBIERTAS DE HIELO

Los coeficientes de fuerza para estructuras con secciones transversales cuadradas, hexagonales y octogonales se deben obtener de la Tabla 10 del Reglamento CIRSOC 102-2005, para secciones transversales circulares con:

$$D\sqrt{q_z} \leq 5,3$$

para todos los espesores de hielo, las velocidades de viento y los diámetros de la estructura.

### 5.2. VIENTO SOBRE PAREDES AISLADAS Y CARTELES LLENOS CUBIERTOS DE HIELO

Los coeficientes de fuerza se deben obtener de la Tabla 11 del Reglamento CIRSOC 102-2005, en función de las dimensiones de la pared o del cartel, incluyendo el hielo.

### 5.3. VIENTO SOBRE ESTRUCTURAS RETICULADAS Y CARTELES ABIERTOS CUBIERTOS DE HIELO

La relación de solidez  $\epsilon$  se debe determinar en función del área proyectada incluyendo el hielo.

El coeficiente de fuerza para elementos redondeados y para el área proyectada adicional debida al hielo, sobre elementos circulares o planos, se debe obtener de la Tabla 12 del Reglamento CIRSOC 102-2005 para elementos circulares con:

$$D\sqrt{q_z} \leq 5,3$$

para todos los espesores de hielo, las velocidades de viento y los diámetros de elementos.

#### **5.4. VIENTO SOBRE TORRES RETICULADAS CUBIERTAS DE HIELO**

La relación de solidez  $\epsilon$  se debe determinar en función del área proyectada incluido el hielo. Los coeficientes de fuerza se especifican en la Tabla 13 del Reglamento CIRSOC 102-2005. Este Reglamento permite reducir los coeficientes de fuerza para el área proyectada adicional debido al hielo, tanto en los elementos circulares como planos, mediante un factor para elementos circulares de acuerdo con la Nota 3 de la mencionada Tabla.

## **CAPÍTULO 6. CARGA PARCIAL**

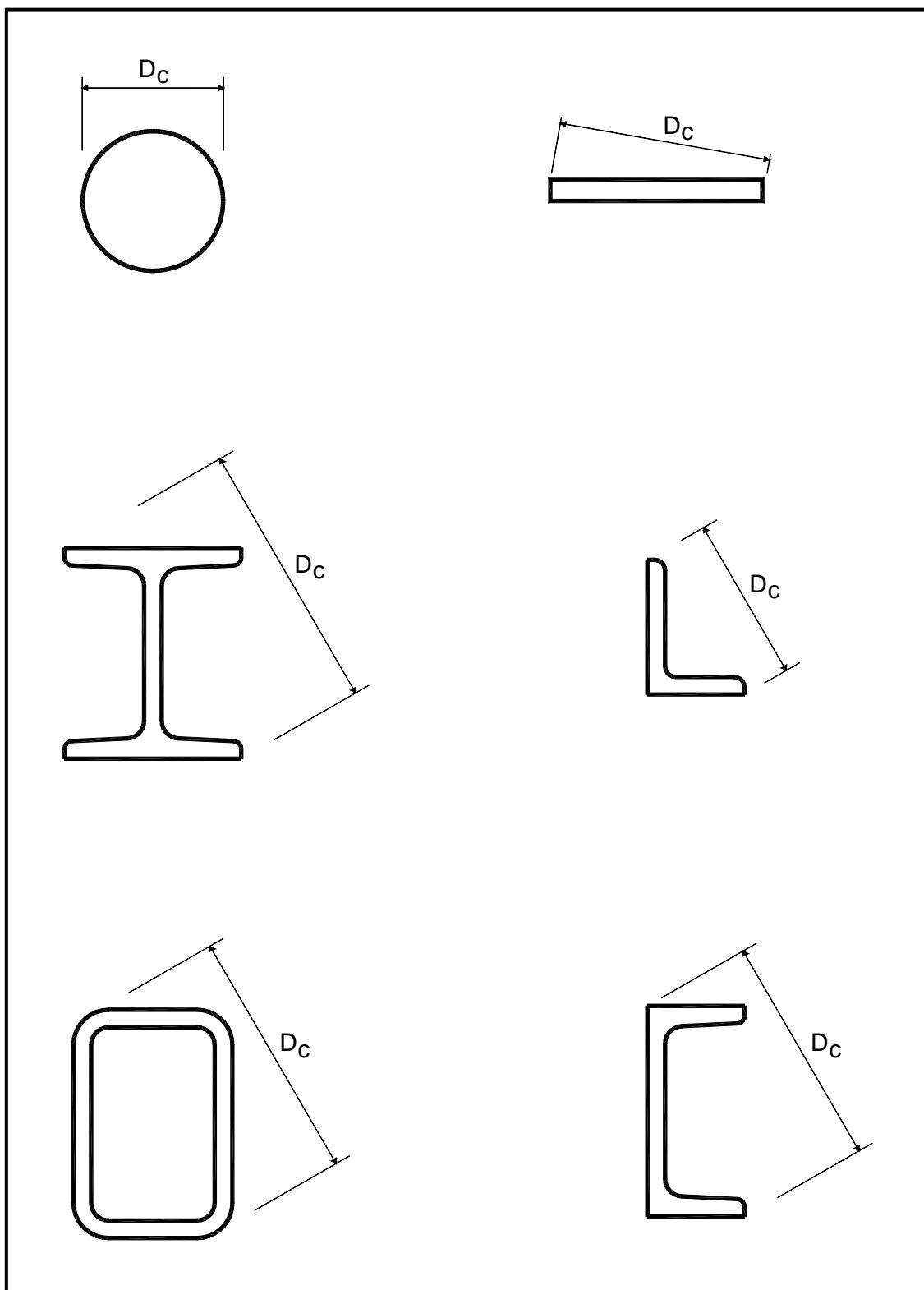
Los efectos de la carga parcial de hielo se deben considerar cuando esta condición es crítica para el tipo de estructura en estudio. Se la puede considerar como carga estática.



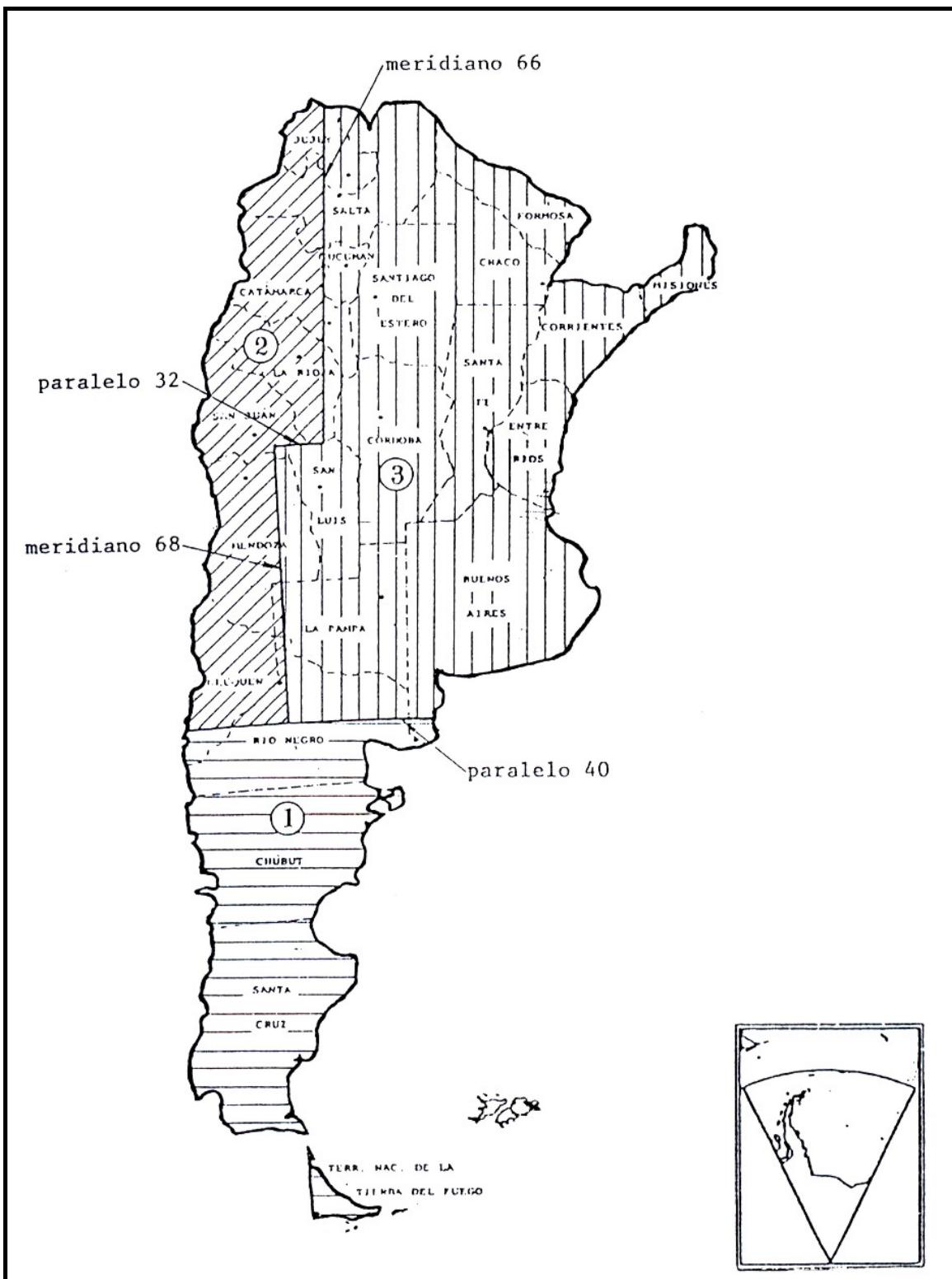
## CAPÍTULO 7. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

1. El espesor nominal,  $t$ , y la velocidad de viento concurrente,  $V_c$ , para el lugar, se deben determinar de la Figura 2 y de la Tabla 2, o de un estudio específico.
2. El factor topográfico para el lugar,  $K_{zt}$ , se debe determinar de acuerdo con el artículo 4.5.
3. El factor de importancia,  $I_i$ , se debe determinar de acuerdo con el artículo 4.4.
4. El factor de altura,  $f_z$ , se debe determinar de acuerdo con el artículo 4.3 para cada segmento de la estructura.
5. El espesor de hielo de diseño,  $t_d$ , se debe determinar de acuerdo con el artículo 4.6., expresión (5).
6. El peso del hielo se debe determinar para el espesor de hielo de diseño,  $t_d$ , de acuerdo con el artículo 4.1.
7. La presión dinámica,  $q_z$ , para la velocidad de viento,  $V_c$ , se debe determinar de acuerdo con el artículo 5.10. del Reglamento CIRSOC 102-2005, utilizando  $I_w$  para el factor de importancia  $I$ .
8. Los coeficientes de fuerza del viento se deben determinar de acuerdo con el Capítulo 5.
9. El factor de efecto de ráfaga se debe determinar de acuerdo con el artículo 5.8. del Reglamento CIRSOC 102-2005.
10. La fuerza de viento de diseño se debe determinar de acuerdo con el artículo 5.13. del Reglamento CIRSOC 102-2005.
11. La estructura sometida a cargas de hielo se debe analizar para las combinaciones de carga que se presentan en el Apéndice C.





**Figura 1.** Dimensión característica,  $D_c$ , para la determinación del área de hielo para varias formas de secciones transversales.



**Figura 2. Distribución de las cargas de hielo en la República Argentina.**

**Tabla 1. Factor de Importancia,  $I_i$  e  $I_w$**

Categoría de la estructura según Apéndice B	$I_i$ (Multiplicador del espesor de hielo)	$I_w$ (Multiplicador de la presión de viento concurrente)
I	0,80	1,00
II	1,00	1,00
III	1,25	1,00
IV	1,25	1,00

**Tabla 2.a). Espesor nominal de hielo,  $t$ , según la zona**

zona	$t$ (mm) hasta 1000 m de altura	$t$ (mm) de 1000 m a 3000 m de altura	$t$ (mm) mayor que 3000 m de altura
1	13	20	$\geq 30$
2	6	13	$\geq 30$
3	0	6	$\geq 30$

**Tabla 2.b). Espesor nominal de hielo,  $t$ , y velocidad de viento concurrente,  $V_c$**

Espesor nominal $t$ (mm)	Densidad del hielo (kg/m <sup>3</sup> )	Velocidad del viento concurrente $V_c$ (m/s)
20	900	18
13	900	18
6	900	28

