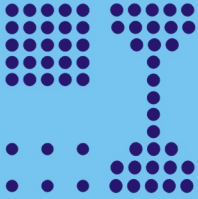




**INTI**  
Instituto Nacional  
de Tecnología Industrial

# Reglamento CIRSOC 301



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales  
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

## Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Acero para Edificios

Diciembre 1984



**INTI**  
Instituto Nacional  
de Tecnología Industrial

# Reglamento CIRSOC 301



Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales  
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI

## Proyecto, Cálculo y Ejecución de Estructuras de Acero para Edificios

Diciembre 1984

**APROBADO POR RESOLUCIONES DEL  
MOySP N° 977/83 , 621/84 y 168/85  
SSOP N° 59/90 y 3/91**



**E-mail:**      [cirsoc@mecon.gov.ar](mailto:cirsoc@mecon.gov.ar)  
                  [cirsoc@inti.gov.ar](mailto:cirsoc@inti.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: Mónica B. Krotz**

**Área Venta de Publicaciones: Néstor D. Corti**

© 1996

**Editado por INTI**

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL**

**Av. Leandro N. Alem 1067 – 7° piso – Buenos Aires. Tel. 4515-5000**

**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**

Ministerio de Obras y Servicios Públicos  
Instituto Nacional de Tecnología Industrial  
Ministerio de Obras Públicas de la Provincia de Buenos Aires  
Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda  
Empresa Obras Sanitarias de la Nación  
Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires  
Comisión Nacional de Energía Atómica  
Empresa del Estado Agua y Energía Eléctrica  
Dirección Nacional de Vialidad  
HIDRONOR SA

## **MIEMBRO ADHERENTE**

Consejo Interprovincial de Ministros de Obras Públicas

## **ASESORES QUE INTERVINIERON EN LA REDACCIÓN DEL REGLAMENTO CIRSOC 301**

Coordinador: Ing. César J. Vasino

## – INDICE –

<b>CAPITULO 1 GENERALIDADES</b>	<b>1</b>
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. CAMPO DE VALIDEZ	1
1.3. DOCUMENTOS TÉCNICOS	1
1.4. RESPONSABILIDAD EN EL PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	5
1.4.1. Responsabilidad profesional	5
1.4.2. Proyecto estructural	6
1.4.3. Dirección o inspección de obra	6
1.4.4. Construcción de la estructura	6
1.4.5. Asesoramiento especializado	7
1.4.6. Comunicación del comienzo de la obra	7
1.4.7. Registros a mantener en obra o taller	8
1.4.8. Entrega de la obra	8
<b>CAPITULO 2 ACERO DE USO ESTRUCTURAL</b>	<b>11</b>
<b>ANEXOS AL CAPITULO 2 (*)</b>	
<b>CAPITULO 3 ACCIONES A CONSIDERAR SOBRE LA ESTRUCTURA Y MÉTODOS DE SUPERPOSICIÓN DE LAS MISMAS</b>	<b>17</b>
3.1. ACCIONES A CONSIDERAR SOBRE LA ESTRUCTURA	17
3.2. SUPERPOSICIÓN DE LAS ACCIONES	21
3.2.1. Estados de carga	21
3.2.2. Acción del viento y la nieve	21
3.2.3. Superposición de cargas y sobrecargas móviles	21
<b>CAPITULO 4 SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO</b>	<b>23</b>
4.1. COEFICIENTE DE SEGURIDAD	23
4.2. ESTRUCTURAS SOMETIDAS A ACCIONES DINÁMICAS	25
<b>CAPITULO 5 PARÁMETROS DE LA SECCIÓN</b>	<b>27</b>

(\*) Este Anexo ha sido eliminado de la versión 1982 debido a que se incorporó a una norma IRAM-IAS.

<b>CAPITULO 6</b>	<b>COMPROBACIONES A REALIZAR EN EL CÁLCULO</b>	<b>31</b>
6.1.	GENERALIDADES	31
6.2.	COMPROBACIÓN DE TENSIONES	31
6.2.1.	Cálculo elástico	31
6.2.2.	Cálculo plástico	32
6.3.	COMPROBACIÓN DE LAS TENSIONES FRENTE A ACCIONES DINÁMICAS	33
6.4.	COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL PANDEO, PANDEO LATERAL Y ABOLLADURA	33
6.5.	COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL VUELCO, DESLIZAMIENTO Y LEVANTAMIENTO DE LOS APOYOS	33
6.6.	COMPROBACIÓN DE LA ADMISIBILIDAD DE LAS DEFORMACIONES	34
6.7.	OTRAS COMPROBACIONES	35
<b>CAPITULO 7</b>	<b>REGLAS DE DIMENSIONAMIENTO</b>	<b>37</b>
7.1.	BARRAS A TRACCIÓN	37
7.2.	BARRAS A FLEXO-TRACCIÓN	37
7.3.	BARRAS A COMPRESIÓN Y A FLEXO-COMPRESIÓN	37
7.4.	VIGAS SOLICITADAS A FLEXIÓN EN UN PLANO	37
7.4.1.	Distancia entre apoyos	37
7.4.2.	Adaptación de las vigas al modelo de cálculo	38
7.4.3.	Disposiciones constructivas que permiten asimilar elementos resistentes a vigas continuas	38
7.4.4.	Fuerzas y pares que transmiten las vigas sobre los apoyos	38
7.4.5.	Fórmulas de dimensionamiento	39
7.4.6.	Tensiones tangenciales en vigas solicitadas al corte	40
7.5.	VIGAS SOLICITADAS A FLEXIÓN EN DOS PLANOS ORTOGONALES	40
7.6.	BARRAS SOLICITADAS A TORSIÓN	40
7.6.1.	Torsión libre	40
7.6.2.	Torsión con alabeo restringido	41
7.6.3.	Cálculo de barras sometidas a torsión libre	41
7.6.4.	Cálculo de barras solicitadas a torsión con alabeo restringido	44

### III

7.7.	SEGURIDAD ANTE LA ABOLLADURA DE ALMA Y ANTE EL PANDEO LATERAL DE BARRAS DE ALMA LLENA	45
7.8.	ESTRUCTURAS DE RETICULADO O CELOSÍA	47
7.8.1.	Paredes de celosía o reticulado	47
7.8.2.	Riostras	47
7.9.	Consideración de los efectos térmicos	48
7.10.	Empalmes y cubrejuntas	49
7.11.	Otros recaudos para el dimensionamiento	50
<b>CAPITULO 8 MEDIOS DE UNIÓN</b>		<b>53</b>
8.1.	GENERALIDADES	53
8.2.	DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE REMACHES Y TORNILLOS	53
8.3.	TENSIONES Y ESFUERZOS ADMISIBLES	55
8.3.1.	Tensiones admisibles para medios de unión construidos con remaches y tornillos normales calibrados o en bruto	55
8.3.2.	Esfuerzo admisible, fuerza de compresión a ejercer sobre elementos del medio de unión y par torsor a aplicar a las tuercas de los tornillos de alta resistencia en uniones antideslizantes	55
8.3.3.	Tensión admisible al aplastamiento de uniones antideslizantes	57
8.4.	VERIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LOS ELEMENTOS DEL MEDIO DE UNIÓN	58
8.5.	ESFUERZO DE TRACCIÓN TRANSMISIBLE POR LOS TORNILLOS EN UNIONES ANTIDESLIZANTES	58
8.6.	DIÁMETROS DETERMINANTES A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO DE UNIONES	59
8.7.	DISPOSICIÓN DE LOS REMACHES Y TORNILLOS	59
8.8.	OTROS RECAUDOS DE LOS MEDIOS DE UNIÓN	61
<b>CAPITULO 9 APOYOS Y ARTICULACIONES</b>		<b>63</b>
9.1.	TENSIONES ADMISIBLES DE APOYOS Y ARTICULACIONES	63
9.2.	REGLAS PARA EL DISEÑO DE APOYOS	64

<b>CAPITULO 10</b>	<b>EJECUCIÓN DE CONSTRUCCIONES DE ACERO</b>	<b>67</b>
10.1.	GENERALIDADES	67
10.2.	PREPARACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	67
10.3.	CONFECCIÓN DE UNIONES REMACHADAS Y ATORNILLADAS	68
10.4.	MONTAJE	71
10.5.	PROTECCIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO	72
10.5.1.	Protección contra la corrosión	72
10.5.2.	Protección contra el fuego	74
<b>CAPITULO 11</b>	<b>CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO</b>	<b>81</b>
11.1.	GENERALIDADES	81
11.2.	VERIFICACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS MEDIOS DE UNIÓN	81
11.3.	CONTROL DE PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN	81
11.4.	CONSIDERACIONES DE SOBRECARGA Y OTRAS ACCIONES	82
11.5.	ESTADO DE LOS APOYOS	82
11.6.	CONTROL DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO	82



# CAPITULO 1. GENERALIDADES

## 1.1. INTRODUCCION

El diseño, cálculo y ejecución de construcciones de acero y de elementos resistentes de acero requieren un conocimiento cabal de las técnicas de dimensionado y ejecución.

Por ello el proyecto, cálculo y dirección de los trabajos de construcción deben ser confiados a profesionales con título habilitante y la fabricación y montaje a empresas con técnicos y operarios calificados, que garanticen la correcta ejecución de la obra.

La finalidad de este Reglamento es establecer los principios fundamentales para el cálculo, las reglas de dimensionado y los detalles constructivos de estructuras metálicas para edificios, así como para su protección y conservación.

## 1.2. CAMPO DE VALIDEZ

Este Reglamento se aplica a todos los elementos resistentes de acero con un espesor mínimo de **4 mm**, que puede reducirse a **3 mm** para perfiles en ambientes no corrosivos, de edificios y otras estructuras, aún en el caso que tengan carácter provisorio como andamios, cimbras, puntales, etc. y siempre que no se hallen vigentes reglamentos que se refieran específicamente a estructuras especiales. No son de aplicación en puentes ferroviarios y carreteros, grúas, construcciones hidráulicas de acero, torres especiales y construcciones sometidas a temperaturas inferiores a **-30°C** o superiores a **100°C**.

## 1.3. DOCUMENTOS TECNICOS

**1.3.1.** Para poder comenzar los trabajos de construcción, deberá existir en taller o en obra, a disposición de sus responsables y de la Autoridad Fiscalizadora, un legajo conteniendo la Documentación Inicial de Obra, que deberá estar integrado por los documentos que se detallan en los artículos 1.3.2. y 1.3.3. firmados por el Propietario y el o los profesionales responsables según lo establecido en el artículo 1.4.

### 1.3.2. Planos

Los planos deben presentar en forma clara y detallada por medio de dibujos la siguiente información:

- a) Dimensiones para la construcción de los elementos y para la verificación de los cálculos del conjunto y de las partes integrantes.
- b) El tipo de acero a emplear y sus características mecánicas, químicas y tecnológicas.
- c) Detalle de los medios de unión para su construcción y la verificación de los cálculos.
- d) Dimensiones y tipo de acero de los remaches y tornillos a emplear en la construcción.
- e) Las estructuras soldadas deberán presentar la documentación que establece el reglamento correspondiente.
- f) Detalles de otros elementos constructivos (losas de entrepiso, placas de techo, tabiques, etc.) que se tomen en cuenta en la resistencia de la estructura.
- g) Detalles, dimensiones y materiales de bases y apoyos de la estructura.
- h) Planos aclaratorios del montaje de la estructura.
- i) Planos de andamios y apuntalamientos que requieran cálculos estructurales.
- j) Toda información complementaria que el o los profesionales responsables estimen conveniente para facilitar la interpretación o resguardar su responsabilidad.

### **1.3.3. Memoria de cálculo**

La memoria de cálculo debe presentar en forma clara los cálculos empleados en el dimensionamiento y la verificación de la estabilidad de la estructura de acero y sus componentes con indicación de:

- a) Detalle de las acciones consideradas y su superposición.
- b) Métodos de cálculo empleados.
- c) Destino de la obra.
- d) Recaudos constructivos que deberán ser guardados durante la construcción.
- e) Coeficiente de seguridad empleado.

- g) Tipos de acero a emplear en la construcción de los elementos resistentes y en los medios de unión con copia del certificado de fábrica.
- h) Detalles del dimensionamiento y verificación de la estabilidad de la estructura, andamios y elementos constructivos, bases y apoyos.
- i) Detalles del procedimiento de montaje incluyendo apuntalamientos temporarios, ajustes, condiciones intermedias de la estructura, condiciones de traslado de elementos estructurales, etc.
- j) Información sobre los métodos no destructivos de control que deberán ser efectuados en la construcción.
- l) Toda información que el Proyectista Estructural estime conveniente para facilitar la verificación de los cálculos y para resguardar su responsabilidad en el proyecto.

#### **1.3.4. Características del suelo y de las aguas**

Formará parte de la Documentación una copia del informe del Profesional Especializado que justifique el tipo y la dimensión de las fundaciones, así como un informe sobre ausencia o grado de las condiciones de agresividad de suelos y aguas de contacto.

#### **1.3.5. Documentos especiales**

Cuando el Proyectista Estructural lo estime conveniente podrá recurrir a laboratorios u otros profesionales para la realización de ensayos o controles especializados, tales como ensayos estructurales o de modelos, control por ultrasonido, rayos x, gammagrafía, etc. En tales casos se deberá incluir en la Documentación una copia de los informes respectivos.

#### **1.3.6. Exigencias adicionales**

Las disposiciones de los artículos anteriores no eximen del cumplimiento de otras exigencias impuestas por la Autoridad Fiscalizadora.

#### **1.3.7. Documentación Técnica Final**

##### **1.3.7.1. Definición y objeto de la Documentación Técnica Final.**

La Documentación Técnica Final es el legajo que contiene la información técnica que indica como está proyectada y construida la estructura y que individualiza a los profesionales responsables. Constituye la certificación de la seguridad estructural durante la vida útil mientras se conserven las condiciones consideradas en el proyecto y el antecedente cierto para toda cuestión técnica en litigio y para proyectar modificaciones, ampliaciones o refuerzos y para analizar las condiciones de seguridad ante cualquier cambio que altere las hipótesis del proyecto original.

### **1.3.7.2. Contenido de la Documentación Técnica Final**

La Documentación Técnica Final deberá contener:

- a) Planos según el artículo 1.3.2.
- b) Memoria de cálculo según el artículo 1.3.3.
- c) Informe de las características de suelos y aguas según el artículo 1.3.4.
- d) Informe de las características adicionales según el artículo 1.3.5.
- e) Memoria descriptiva de la construcción de la estructura, de las modificaciones introducidas y de la protección contra la corrosión y el fuego.
- f) Toda información que el Proyectista Estructural estime conveniente para facilitar la interpretación o para resguardar su responsabilidad.

### **1.3.7.3. Autenticidad de la Documentación Técnica Final**

La autenticidad de la Documentación Técnica Final será dada por cierta cuando contenga la firma de los profesionales responsables que hayan intervenido en su confección.

### **1.3.7.4. Destino de la Documentación Técnica Final**

Un ejemplar autenticado de la Documentación Técnica Final será elevado a la Autoridad Fiscalizadora para ser incorporado al legajo de antecedentes de la obra, otro ejemplar ser conservado por el Propietario y el tercero quedar en poder del Proyectista Estructural.

## **1.3.8. Documentación Técnica de estructuras existentes**

### **1.3.8.1. Modificación o ampliación**

El proyecto de toda modificación o ampliación posterior se debe basar obligatoriamente en la Documentación Técnica Final.

### **1.3.8.2. Cambio de destino de uso**

El cambio de uso de un edificio queda supeditado a la verificación del cumplimiento de las condiciones de seguridad que este Reglamento fija. A tales efectos el antecedente cierto es la Documentación Técnica Final y la verificación debe ser realizada por un profesional autorizado. Cuando de la verificación surja que en las nuevas condiciones de uso no se verifican las condiciones de seguridad, la autorización quedará supeditada a la ejecución de refuerzos y modificaciones que lleven a la verificación.

### **1.3.8.3. Estructuras carentes de Documentación Técnica Final**

Cuando sea necesario para verificar las condiciones de seguridad de una estructura existente y que carezca de Documentación Técnica Final ésta podrá ser confeccionada y certificada por un profesional cumpliendo con todas las exigencias de esta Reglamentación. Las características de los aceros serán determinadas mediante la extracción de muestras suficientes y la realización de los ensayos pertinentes.

## **1.4. RESPONSABILIDAD EN EL PROYECTO Y LA EJECUCION DE LA OBRA**

### **1.4.1. Responsabilidad Profesional**

Toda estructura incluida en el presente Reglamento sólo podrá ser proyectada y construida bajo la responsabilidad de profesionales habilitados por Leyes y Decretos a tales efectos.

La Reglamentación de funciones a que este artículo se refiere no modifica ni altera la responsabilidad profesional que fija la legislación vigente para los profesionales intervinientes en las distintas funciones.

**1.4.1.1.** Es facultad del Propietario designar el o los profesionales que se harán cargo del proyecto y de la construcción. Su designación a los efectos de este Reglamento queda confirmada con la firma por parte del Propietario y de los profesionales de la Documentación Técnica indicada en el artículo 1.3. La firma del Propietario en la Documentación implica que confiere a los profesionales que la firman la autoridad necesaria para cumplir y hacer cumplir las especificaciones de este Reglamento, a toda persona o empresa que concurra a la construcción de la estructura.

**1.4.1.2.** El Propietario podrá sustituir al Projectista Estructural y éste renunciar a la designación. En ambos casos sin presentar causa. La ejecución de la obra deberá ser detenida hasta tanto el Propietario designe otro Projectista Estructural y éste se haga cargo.

**1.4.1.3.** Los profesionales asumen la responsabilidad en las siguientes áreas

- a) Proyecto estructural.
- b) Dirección de Obra.
- c) Construcción de la estructura.
- d) Asesoramiento especializado.

### **1.4.2. Proyecto estructural**

Un profesional, habilitado a este efecto por la Ley, firmará la Documentación indicada en los artículos 1.3.2 y 1.3.3 y se convierte, con el nombre de Proyectista Estructural, en responsable del proyecto, cálculo y de la elección de los aceros y demás materiales a emplear en la construcción, así como su firma significa dar fe a la aplicación del presente Reglamento. Los aceros serán garantidos por sus fabricantes. A los fines de la aplicación de este Reglamento el Proyectista Estructural solidariza su responsabilidad en los aspectos parciales ejecutados por aquellos profesionales especializados a quienes haya dado intervención.

### **1.4.3. Dirección o Inspección de Obra**

El Propietario podrá designar un profesional habilitado por la Ley para construir estructuras como Director o Inspector de Obra que será su representante técnico ante el Proyectista Estructural, la Empresa Constructora y demás autoridades. La designación debe ser comunicada a la Autoridad Fiscalizadora y a quienes concurren a la construcción.

**1.4.3.1.** El Director o Inspector de Obra, o en su defecto el Representante Técnico de la Empresa Constructora, deberá dar conformidad al proyecto estructural y el Propietario delega en él el carácter de autoridad para imponer su cumplimiento en todas las etapas de ejecución del proyecto, así como la responsabilidad de que la construcción se ajusta al proyecto conformado o su modificación. Es responsable de decidir las consultas al Proyectista Estructural antes de realizar modificaciones a lo dispuesto en el proyecto.

**1.4.3.2.** El Director de Obra, o en su defecto el Representante Técnico de la Empresa Constructora, firmará los Documentos e) y f) de la Documentación Técnica establecida en el artículo 1.3.7 y ser responsable de la presentación de la Documentación Técnica Final ante la Autoridad Fiscalizadora así como de la autenticidad de los documentos que la componen.

**1.4.3.3.** En el caso de Obra Pública, la Inspección de Obra podrá realizar, a los efectos de la aplicación de este Reglamento, las funciones asignadas al Director de Obra.

### **1.4.4. Construcción de la estructura**

La responsabilidad de la construcción quedará a cargo del profesional designado como Representante Técnico por la Empresa Constructora de la estructura de acero. Este será responsable de:

- a) Que las dimensiones de los elementos que constituyen la estructura y los medios de unión coincidan con los indicados en el proyecto.
- b) Que los aceros y demás materiales empleados sean los especificados en el proyecto.
- c) La seguridad de la construcción en general y en especial sobre la colocación y retiro de los andamios de apuntalamiento o sostén.
- d) La seguridad de los elementos estructurales durante su traslado, así como de los recaudos para evitar la aparición de tensiones o deformaciones residuales.
- e) La realización de las pruebas y montajes necesarios en el taller u obra que aseguren el ajuste de la estructura en su emplazamiento definitivo, sin aparición de tensiones residuales.
- f) La aplicación de los recaudos constructivos que fija este Reglamento, incluidos la protección contra corrosión y fuego.
- g) La realización de los controles que este Reglamento o el proyecto establezcan durante la construcción.

#### **1.4.5. Asesoramiento especializado**

Los profesionales especializados cuya firma se requiere en los artículos 1.3.4 y 1.3.5. serán responsables de los informes que presenten.

#### **1.4.6. Comunicación del comienzo de la obra**

En toda estructura de acero cuya construcción implique el ejercicio de la responsabilidad profesional que fija este Reglamento, el Representante Técnico de la Empresa Constructora deberá comunicar al Director de Obra que haya sido designado, con una anticipación no menor de 48 horas hábiles, o lapso a convenir cuando la obra sea de difícil acceso, la iniciación de las siguientes etapas de la construcción:

- a) Trabajos de construcción o fabricación en taller.
- b) Pruebas de montaje total o parcial de la estructura a realizar en taller.
- c) Montaje total o parcial de la estructura en obra.

- d) Comienzo de las operaciones de remachadura, atornillado o soldadura.
- e) Comienzo de aplicación de pinturas.
- f) Toda modificación que, por imperio de causa fundada, se deba realizar al proyecto estructural.

#### **1.4.7. Registros a mantener en obra o taller**

Los registros que se llevarán en taller u obra, según la etapa de la construcción, serán accesibles al Director de Obra y a la Autoridad Fiscalizadora y deberán contener:

- a) Fecha de iniciación y terminación de etapas de trabajo en taller y las observaciones que el Representante Técnico estime pertinentes.
- b) Fecha de iniciación y terminación de los trabajos de montaje en obra.
- c) Las disposiciones del Director de Obra durante la construcción.
- d) Copias de los certificados de fábrica o de los informes de laboratorio de los aceros empleados.
- e) Nombres y domicilios de profesionales especializados y laboratorios que hayan intervenido con asesoramientos o controles en la obra.
- f) Informe de los resultados de los controles que fija este Reglamento y que hayan sido ejercidos por el Representante Técnico o por profesionales o laboratorios especializados.
- g) Nombres o marcas del o de los proveedores de pinturas anticorrosivas.
- h) Toda información que el Representante Técnico estime conveniente para facilitar la interpretación o resguardar su responsabilidad.

#### **1.4.8. Entrega de la obra**

La obra a su terminación ser entregada por la Empresa Constructora al Director de Obra quien dará conformidad de lo realizado, confeccionará e iniciará el trámite de presentación de la Documentación Técnica ante la Autoridad Fiscalizadora.



Cuando no se haya designado Director de Obra la entrega de la obra se realizará al Propietario y el Representante Técnico de la Empresa Constructora deberá confeccionar e iniciar el trámite de presentación de la Documentación Técnica Final.



## CAPITULO 2. ACEROS DE USO ESTRUCTURAL

**2.1.** Los aceros a emplear en la construcción de estructuras resistentes deben ser garantizados por el productor en los valores mínimos de las propiedades mecánicas, en los valores máximos de su composición química y en sus propiedades tecnológicas.

**2.2.** La garantía que se establece en el artículo 2.1. será certificada por el productor y copia de la misma será puesta a disposición de los usuarios por intermedio de aquellos que intervengan en la comercialización del acero.

**2.3.** Los aceros a emplear en estructuras remachadas y atornilladas serán de la nominación **F-20; F-22; F-24; F-26; F-30; F-36** y cumplirán con las disposiciones contenidas en las normas **IRAM-IAS U 500-42** e **IRAM-IAS U 500-503**.

**2.4.** A los efectos de la realización de los cálculos serán empleados los valores de las constantes mecánicas que se detallan a continuación:

**Tabla 1. Constantes mecánicas.**

Tipo de Acero	Tensión al límite de fluencia $\sigma_F$ ( $N/mm^2$ )
F-20	200
F-22	220
F-24	240
F-26	260
F-30	300
F-36	360
Nota: los valores mínimos de tensión en el límite de fluencia para espesores superiores a <b>30 mm</b> deben ser disminuidos en <b>20 N/mm<sup>2</sup></b> (200 kgf/cm <sup>2</sup> ). $1N/mm^2 = 1 MPa = 10 kgf/cm^2$	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo de elasticidad longitudinal <math>E = 210000 N/mm^2</math> (2100000 kgf/cm<sup>2</sup>)</li> <li>• Módulo de elasticidad transversal <math>G = 81000 N/mm^2</math> (810000 kgf/cm<sup>2</sup>)</li> <li>• Coeficiente de Poisson en período elástico lineal <math>\nu = 0,296</math></li> <li>• Coeficiente de Poisson en período plástico <math>\nu = 0,5</math></li> <li>• Coeficiente de dilatación térmica <math>\alpha_a = 12 \cdot 10^{-6} \frac{cm}{cm \cdot ^\circ C}</math></li> <li>• Peso específico <math>\gamma_a = 78,5 \frac{kN}{m^3} \left( 7850 \frac{kgf}{m^3} \right)</math></li> </ul>	

**2.5.** Las estructuras realizadas con aceros importados se ajustarán a lo establecido en el presente Reglamento y para ello deberán ser equiparados según los valores de sus constantes mecánicas con los tipos de acero de la tabla 1.

**2.6.** A los efectos del cálculo de estructuras, el acero debe ser adaptado al modelo elástico lineal o al modelo-elastoplástico (o rígido plástico).

En ambos casos el acero será considerado homogéneo, isótropo y de igual comportamiento a tracción y compresión, salvo efectos de inestabilidad que se consideran en el Reglamento CIRSOC 302-1982 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero".

Las constantes a emplear en cada modelo son:

- Para el cálculo elástico: Módulos de elasticidad **E** y **G** y tensión de fluencia  $\sigma_F$ .
- Para el cálculo plástico: Tensión de fluencia  $\sigma_F$  y alargamiento de rotura  $\epsilon_r$ .

Los valores de las constantes se asientan en el artículo 2.4.

**2.7.** En los elementos resistentes solicitados a estados multiaxiales de tensión, el estado límite elástico y el estado límite último deben ser analizados con la tensión equivalente  $\sigma_{eq}$  obtenida por la teoría de Von Mises o de las tensiones tangenciales octaédricas según las siguientes expresiones:

**Estado triple o triaxial de tensiones:**

Base cartesiana ortogonal:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_y \sigma_z - \sigma_z \sigma_x + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

Base principal:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_2 \sigma_3 - \sigma_3 \sigma_1}$$

**Estado doble o biaxial de tensiones:**

Base cartesiana ortogonal:  $\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_y \sigma_z + 3(\tau_{yz}^2)}$

Base principal:  $\sigma_{eq} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2}$

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sigma_y + \sigma_z}{2} \pm \sqrt{\frac{1}{4}(\sigma_y - \sigma_z)^2 + \tau_{yz}^2}$$

siendo:

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  las tensiones normales según 3 planos cartesianos ortogonales de la terna  $x, y, z$ .

$\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{zx}$  las tensiones tangenciales según 3 planos cartesianos ortogonales de la terna  $x, y, z$ .

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  las tensiones principales.

**2.8.** Las condiciones establecidas en los artículos 2.1 a 2.7 son necesarias y suficientes para la elección de aceros a emplear en estructuras remachadas o atornilladas. Para las estructuras soldadas se deberá además cumplir con lo establecido en el Reglamento CIRSOC 304–1992 “Estructuras de Acero Soldadas”.

**2.9. a 2.13. inclusive** En la Edición 1982 de este Reglamento CIRSOC 301 existían los artículos 2.9. a 2.13. y la Tabla 2, referidos a clases de acero para soldar, los que fueron incorporados al Reglamento CIRSOC 304 - 1992.

Este reordenamiento ha originado la desaparición de las páginas 14 y 15 habiéndose preferido mantener la numeración primitiva del índice del Reglamento de manera tal que, a continuación el Capítulo 3 comience en la página 17 y no en la 15 como debería ser según el nuevo ordenamiento.



## **CAPITULO 3. ACCIONES A CONSIDERAR SOBRE LA ESTRUCTURA Y METODO DE SUPERPOSICION DE LAS MISMAS**

### **3.1. ACCIONES A CONSIDERAR SOBRE LA ESTRUCTURA**

**3.1.1.** Las acciones que se desarrollan sobre una estructura o elemento resistente se clasifican en:

- 1) Acciones permanentes.
- 2) Acciones debidas a la ocupación y al uso.
- 3) Acciones resultantes del viento.
- 4) Acciones sísmicas.
- 5) Acciones resultantes de la nieve y del hielo.
- 6) Acciones térmicas.
- 7) Acciones originadas por máquinas, equipos o vehículos, incluyendo, cuando sean significativas, las acciones dinámicas, de choque, impacto, arranque o frenado, serpenteo, etc.
- 8) Acciones debidas al montaje, reparación o traslado.

**3.1.1.1.** Las acciones permanentes originadas por el peso propio de la estructura y sobre estructura y las acciones debidas a la ocupación y al uso, deben ser calculadas según el Reglamento CIRSOC 101–1982 "Cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de las estructuras de edificios".

**3.1.1.2.** La acción del viento debe ser determinada según el Reglamento CIRSOC 102–1994 "Acción del viento sobre las construcciones".

**3.1.1.3.** Las acciones sísmicas deben ser consideradas según el Reglamento INPRES-CIRSOC 103–1991 "Normas argentinas para construcciones sismorresistentes".

**3.1.1.4.** Las acciones resultantes de la nieve y del hielo deben ser calculadas según el Reglamento CIRSOC 104–1997 "Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones".

**3.1.1.5.** Las acciones térmicas deben ser determinadas según la Recomendación CIRSOC 107–1982 "Acción térmica climática sobre las construcciones".

**3.1.1.6.** Las acciones originadas por máquinas, equipos o vehículos deben ajustarse a lo estipulado en los reglamentos específicos que se dicten. Hasta su aprobación, el profesional responsable deberá fijarlas y justificarlas.

**Tabla 3. Valores de la altura de la construcción  $h$  (m) a partir de las cuales el viento debe ser considerado como acción principal (Referencia Reglamento CIRSOC 102-1994).**

Tipo de Rugosidad	$\frac{h}{a.n}$	Velocidad de referencia del lugar de emplazamiento $\beta$ (m/seg)				
		20	25	30	35	40
I	0,5	--	--	--	38	13
	0,6	--	--	30	10	4
	0,7	--	38	10	4	0
	0,8	--	13	4	0	0
	0,9	20	6	0	0	0
	1,0	13	3	0	0	0
	1,2	4	0	0	0	0
	$\geq 1,4$	0	0	0	0	0
II	$\leq 0,6$	--	--	--	--	--
	0,7	--	--	--	--	28
	0,8	--	--	--	28	14
	0,9	--	--	35	15	8
	1,0	--	56	20	9	5
	1,2	--	20	8	4	3
	1,4	28	9	4	3	2
	1,6	14	5	3	2	0
	1,8	8	3	2	0	0
	2,0	5	0	0	0	0
	$\geq 4,0$	0	0	0	0	0
III	$\leq 0,8$	--	--	--	--	--
	0,9	--	--	--	--	37
	1,0	--	--	--	42	34
	1,2	--	--	37	19	12
	1,4	--	42	19	11	7
	1,6	--	24	12	7	5
	1,8	37	15	8	5	4
	2,0	24	10	6	4	3
	4,0	3	2	2	0	0
	$\geq 6,0$	0	0	0	0	0
IV	$\leq 1,2$	--	--	--	--	--
	1,4	--	--	--	--	30
	1,6	--	--	--	30	20
	1,8	--	--	35	21	14
	2,0	--	46	24	15	11
	4,0	11	7	5	4	3
	6,0	5	4	3	2	2
	8,0	3	3	2	0	0
	10,0	3	2	0	0	0
-- significa que en tales condiciones de exposición la acción del viento es secundaria para cualquier altura $h$ inferior a 50 metros						



siendo:

- h*** la altura de la construcción referida al terreno;
- a*** el ancho menor de la construcción;
- n*** el número de pisos con sobrecarga (inclusive techo).

**3.1.2.** A los efectos de cálculo de elementos resistentes las acciones que se ejercen sobre la estructura serán clasificadas en principales **P** y secundarias **S**.

**3.1.2.1.** Serán consideradas acciones principales **P**:

- a) Las acciones permanentes **g**.
- b) Las acciones debidas a la ocupación y al uso.
- c) La acción del viento cuando se verifiquen las condiciones de la Tabla 3.
- d) Las acciones originadas por la nieve en las localidades de la zona II (Reglamento CIRSOC 104–1997), que verifiquen las siguientes condiciones:
  - Construcciones de planta baja: sobrecarga básica  
 $q_o \geq 1,10 \text{ kN/m}^2$  (110 kgf/m<sup>2</sup>)
  - Construcciones de planta baja y un piso: sobrecarga básica  
 $q_o \geq 2,15 \text{ kN/m}^2$  (215 kgf/m<sup>2</sup>)
  - Construcciones de planta baja y dos pisos: sobrecarga básica  
 $q_o \geq 4,30 \text{ kN/m}^2$  (430 kgf/m<sup>2</sup>).
- e) Las acciones sísmicas en las zonas 1, 2, 3 y 4 (Reglamento INPRES-CIRSOC 103–1991).
- f) Las acciones originadas por máquinas, equipos o vehículos.

**3.1.2.2.** Serán consideradas acciones secundarias **S**:

- a) Las acciones originadas por el viento cuando no se verifiquen las condiciones de exposición establecidas en la Tabla 3.
- b) Las acciones originadas por la nieve en la zona II para construcciones que no verifiquen las condiciones del artículo 3.1.2.1. d).
- c) La acción del hielo en las provincias indicadas en el Capítulo 3 del Reglamento CIRSOC 104–1997.
- d) Las acciones sísmicas en la zona 0 del Reglamento INPRES-CIRSOC 103–1991.
- e) Las acciones térmicas climáticas (Recomendación CIRSOC 107–1982).
- f) Las acciones debidas al montaje, reparación o traslado.

**3.1.2.3.** Cuando las estructuras se hallen sometidas a cargas cuya acción sea ejercida con impacto, tales cargas podrán ser consideradas estáticas siempre que sus intensidades sean multiplicadas por coeficientes debidamente justificados que tengan en cuenta ese efecto. A continuación, se dan con carácter indicativo, algunos valores de coeficientes de impacto que podrán adoptarse hasta tanto existan reglamentos específicos para ese tipo de acciones.

Para apoyos de puentes grúas .....	1,25
Para apoyos de maquinaria ligera impulsada por motores eléctricos .....	1,20
Para apoyos de máquinas con motores a explosión o unidades de potencia .....	1,50
Para apoyos de ascensores y montacargas .....	ver CIRSOC 101–1982

**3.1.2.4.** Cuando las estructuras se hallen sometidas a cargas variables repetidas entre dos intensidades, una máxima,  $F_{m\acute{a}x}$  y otra mínima,  $F_{m\acute{i}n}$ , tales cargas podrán ser consideradas, a los efectos de la fatiga del acero de los elementos y medios de unión como estáticas siempre que se adopte como carga de cálculo, el mayor valor  $F_{m\acute{a}x}$  afectado por el coeficiente  $f$  de fatiga, que se establece en la Tabla 4 según la expresión

$$F_{calc} = f \cdot F_{m\acute{a}x}$$

Los valores de los coeficientes de fatiga de la Tabla 4 son aplicables, a uniones remachadas y atornilladas con tornillos normales. Las uniones antideslizantes con tornillos de alta resistencia sólo pueden ser empleadas bajo cargas dinámicas con especiales precauciones de conservación. Las uniones soldadas se rigen por el reglamento específico.

**Tabla 4. Coeficiente de fatiga  $f$  a aplicar a  $F_{m\acute{a}x}$  de cargas variables repetidas.**

N (números de ciclos durante la vida útil)	f
$N \leq 10^4$	1
$10^4 < N \leq 2 \cdot 10^6$	$1 - 0,67 \frac{F_{m\acute{i}n}}{F_{m\acute{a}x}} \geq 1$
$N > 2 \cdot 10^6$	$1,5 \left( 1 - 0,75 \frac{F_{m\acute{i}n}}{F_{m\acute{a}x}} \right) \geq 1$
Nota: $F_{m\acute{i}n}$ y $F_{m\acute{a}x}$ deben ser adoptados con su signo.	

## 3.2. SUPERPOSICION DE LAS ACCIONES

### 3.2.1. Estados de carga

El cálculo y verificación de la resistencia de los elementos resistentes y sus medios de unión se realizará para los estados de carga **P** y **P-S** (adoptando las secciones mayores) o para el caso probabilístico.

- Estado de carga **P**: superposición de acciones principales.
- Estado de carga **P-S**: superposición de acciones principales y secundarias.
- Combinación Probabilística: determinación de los estados límite últimos o de los estados límite de servicio que establece la Recomendación CIRSOC 105-1982 "Superposición de acciones (combinación de estados de carga)" y la adopción del caso más desfavorable. Deben ser consideradas todas las acciones que actúan sobre la estructura.

### 3.2.2. Acción del viento y la nieve

Tanto para el uso de carga **P** como el **P-S** la superposición de las acciones del viento y la nieve se realizará según lo dispuesto en el Capítulo 2 del Reglamento CIRSOC 104-1997 "Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones".

### 3.2.3. Superposición de cargas y sobrecargas móviles

La superposición de las cargas y sobrecargas móviles debe ser realizada considerando la posición más desfavorable mediante el uso de líneas o superficies de influencia que correspondan al parámetro de cálculo.



## CAPITULO 4. SEGURIDAD DE LAS ESTRUCTURAS DE ACERO

### 4.1. COEFICIENTE DE SEGURIDAD $\gamma$

4.1.1. El coeficiente de seguridad será obtenido de la Tabla 6. Los factores de cálculo y construcción que se adoptan en la definición del coeficiente de seguridad son:

- I) Las acciones que se consideran sobre la estructura y los métodos de superposición de las mismas, que se determinan de acuerdo con el Capítulo 3.
- II) El destino de la construcción y la función de la estructura resistente.  
El destino de la construcción y la función de la estructura resistente se determinarán de acuerdo con la Tabla 5, no considerándose las centrales atómicas que se regirán por reglamentos especiales.
- III) Recaudos constructivos y adaptación al modelo de cálculo. Según los recaudos constructivos y la adaptación al modelo de cálculo, las estructuras se clasifican en I y II.
  - a) Una construcción de acero será considerada clase I si se verifican las siguientes condiciones:
    - Los sistemas serán considerados espaciales salvo que verifiquen las condiciones de simetría geométrica, de vínculo y de carga que los sistemas planos requieren.
    - Las uniones y apoyos verifiquen las condiciones de giro y desplazamiento que los modelos de vínculo adoptados imponen. En los casos de duda la verificación se realizará para las dos hipótesis más desfavorables (sin consideración de condición promedio).
    - Se especificarán tolerancias dimensionales y de forma geométrica en los elementos constructivos de modo que las imperfecciones aleatorias no produzcan una disminución de más del **5%** en la capacidad resistente de la estructura. Toda excentricidad de concurrencia de ejes de barras en vértices de un reticulado, falta de alineación, verticalidad o excentricidad en la aplicación de la carga, previsible en el proyecto, debe ser tomada en cuenta en los cálculos.

- Deberán ser adoptados los recaudos de cálculo necesarios para considerar los casos que se presenten de anisotropía constructiva, tensiones principales, etc. Se incluirá el análisis experimental de los modelos cuando la teoría resulte insuficiente.
  - La construcción será realizada por personal altamente calificado y mediante el empleo de las máquinas y herramientas acordes con el estado del arte en todas las fases constructivas.
  - Salvo condiciones de imposibilidad se deberá realizar el montaje previo en el taller.
  - En los casos que reglamentos especiales lo requieran o de duda de presunta falla en el material o medio de unión se harán verificaciones con ensayos no destructivos.
- b) Una construcción de acero deberá ser considerada clase II cuando verificando las disposiciones del presente Reglamento y cumpliendo las disposiciones de seguridad en él impuestas, los cálculos o la construcción no cumplen o cumplen parcial o aproximadamente las condiciones indicadas para la clase I.

**Tabla 5. Clasificación de los destinos de las construcciones.**

Clase de destino	Destino de la construcción o función de la estructura resistente
A	Edificios y estructuras cuyo colapso afecten la seguridad o la salubridad pública o a los medios de comunicación y transporte troncales. Edificios y estructuras asignados a sistemas principales de potabilización y distribución de aguas corrientes.
B	Edificios públicos o privados. Edificios industriales con equipamiento económicamente importante o con gran cantidad de personal. Torres o carteles en zonas urbanas. Centros secundarios de seguridad, salubridad, transporte o distribución de aguas corrientes. Centros de generación de energía eléctrica.
C	Edificios industriales de baja ocupación y equipamiento económicamente moderado. Torres y carteles en zonas deshabitadas. Depósitos secundarios de materiales. Galpones rurales. Instalaciones precarias. Vallados y cercas.

**4.1.2.** El coeficiente de seguridad  $\gamma$  se aplicará a la tensión en el límite de fluencia en el cálculo elástico, a la carga límite o de colapso en el cálculo plástico y al cálculo de la combinación fundamental del estado límite último que establece la Recomendación CIRSOC 105–1982 "Superposición de acciones (combinación de estados de carga)".

Cálculo elástico: 
$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_F}{\gamma}$$

Cálculo plástico: 
$$F_{adm} = \frac{F_L}{\gamma}$$

CIRSOC 105–1982: 
$$F_u = \gamma \cdot \left[ G_{m\acute{a}x} + 0,8 G_{m\acute{i}n} + F_{1K} + \sum_{i=2}^n \psi_{0,i} \cdot F_{iK} \right]$$

siendo:

- $\sigma_F$  la tensión en el límite de fluencia del acero;
- $\sigma_{adm}$  la tensión admisible del acero;
- $F_{adm}$  la carga admisible o de servicio del elemento resistente;
- $F_L$  la carga límite o de colapso de la estructura;
- $F_u$  la acción límite última del elemento resistente;
- $G, F_{1K}, F_{iK}$  las acciones permanentes y variables según la Recomendación CIRSOC 105–1982.

### 4.1.3. Coeficiente de seguridad $\gamma$

La Tabla 6 presenta los valores del coeficiente de seguridad  $\gamma$  que corresponden a las diversas clases dentro de las cuales puede ser encarado el cálculo y la construcción de estructuras de acero.

## 4.2. ESTRUCTURAS SOMETIDAS A ACCIONES DINÁMICAS

Las acciones dinámicas originadas por el viento y los sismos deben ser consideradas según los Reglamentos CIRSOC 102–1994 "Acción del viento sobre las construcciones", e INPRES-CIRSOC 103–1991 "Normas argentinas para construcciones sismorresistentes".

La consideración de otras acciones dinámicas es responsabilidad del Proyectista Estructural. Cuando a su criterio corresponda podrá hacer uso de coeficiente de mayoración y emplear el cálculo estático.

Tabla 6. Coeficiente de seguridad  $\gamma$ 

Clase de recaudo constructivo	Clase por destino	Caso de carga	
		P	P – S
I	A	1,60	1,40
	B	1,50	1,30
	C	1,40	1,25
II	B	1,60	1,40
	C	1,50	1,30

Nota: el presente Reglamento considera excluyentes y no aplicables en conjunto las clases por construcción y destino II A.  
 Cuando se emplea el método de superposición de acciones que establece la Recomendación CIRSOC 105–1982, el coeficiente  $\gamma$  a emplear será el del caso de carga **P–S**.



## CAPITULO 5. PARAMETROS DE LA SECCION

Los valores determinantes de la sección para la verificación de la seguridad a rotura o para determinar las tensiones y deformaciones de trabajo deben ser tomados de la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetros de la sección.

Solicitud	Tipo de perfil	Signo	Parámetro determinante de la sección	
			Cálculo elástico	Cálculo a rotura
Axil	Todos	Comp.	$A$	$A$
		Trac.	$A - \Delta A$	$A - \Delta A$
Flexión	Todos (1)	Comp.	$W_c = \beta_c \frac{I}{a_c}$	$W^p = \theta \frac{I}{h/2}$
		Trac.	$W_t = \beta_t \frac{I}{a_t}$	
Corte	Abierto		$\frac{S}{J \cdot t}$ (2)	
Torsión libre	Cerrado (3)		$I_T = \frac{4 A_m^2}{\oint \frac{ds}{t(s)}}; W_T = \frac{2 A_m t_{\min}}{\eta_1 \left( 1 + \frac{t_m^2}{2 A_m} \oint \frac{ds}{t(s)} \right)}$	$W_T^p = \frac{2 A_m}{p} \oint t(s)$
	Abierto		$I_T = \frac{\lambda \sum b_i t_i^3}{3}; W_T = \frac{I_T}{\eta_2 t_{\max}}$	$W_T^p = \frac{\sum b_i t_i^2}{2}$
Torsión con alabeo restringido	Abierto		$I_\omega = \int_A \varpi^2(s) dA$	

(1) Se calculará con el momento de inercia respecto del eje baricéntrico que resulta de realizar el descuento de los agujeros en las fibras traccionadas de la sección y las distancias desde dicho eje a las fibras comprimidas y traccionadas extremas o con las expresiones dadas en la Tabla.

(2) Tensión media debido al esfuerzo de corte en perfiles doble T:  $\tau = \frac{Q}{A_a}$

(3) Para perfiles cerrados de paredes de espesor constante  $t$  las expresiones se transforman en:

$$I_T = \frac{4 A_m^2 t}{p}; W_T = \frac{2 A_m t}{1 + \frac{A}{2 A_m}}; W_T^p = 2 A_m t$$

siendo:

- A** el área de la sección total;
- $\Delta A$**  la suma de todas las áreas de todos los agujeros de la sección;
- $A - \Delta A$**  el área de la sección neta;
- $A_t$**  el área traccionada de la sección;
- $A_c$**  el área comprimida de la sección;
- $W_t$**  el módulo resistente determinado para la zona traccionada de la sección en el período elástico;
- $W_c$**  el módulo resistente determinado para la zona comprimida de la sección neta en el período elástico;
- S** el momento estático de la sección que resbala respecto del eje baricéntrico;
- t** el espesor del elemento en el nivel de determinación;
- I** el momento de inercia de la sección total respecto del eje baricéntrico;
- $a_t, a_c$**  las distancias desde las fibras extremas traccionadas y comprimidas respectivamente, al eje baricéntrico;
- $A_a$**  el área de la sección del alma del perfil;
- $W^P$**  el módulo resistente de la sección neta en la plastificación total de secciones bisimétricas constituidas por alas y almas ortogonales;
- $\beta_t, \beta_c$**  los coeficientes que se obtienen del Capítulo 3 de la Recomendación CIRSOC 301-2-1982;
- $\theta$**  el coeficiente que se obtiene del Capítulo 3 de la Recomendación CIRSOC 301-2-1982;
- $I_T$**  la constante de torsión libre de la sección;
- $A_m$**  el área encerrada por la línea media de perfil cerrado (Figura 1);
- p** el perímetro determinado por la línea media del perfil cerrado;
- $t(s)$**  el espesor del perfil cerrado variable con **s**;
- s** la coordenada de la línea media del perfil;

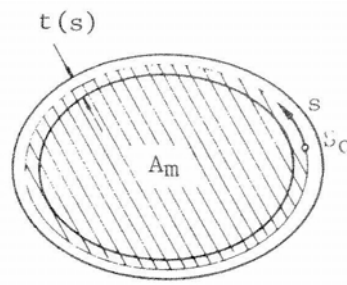


Figura 1

$\lambda$  el coeficiente de corrección (perfil L = 1,0; Perfil U y T = 1,1; perfil I = 1,3);

$\eta_1, \eta_2$  los coeficiente de concentración de tensiones en ángulos entrantes (ver Figura 2) que se adoptarán iguales a **1** para solicitaciones predominantemente estáticas.

Para solicitaciones no predominantemente estáticas se utilizará:

a) para perfil cerrado

$$\eta_1 = \frac{t}{r} \cdot \frac{1 - \frac{p \cdot r}{2 A_m} \left( 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{t}{r} \right)}{\ell_n \left( 1 + \frac{t}{r} \right)} + \frac{p \cdot r}{2 A_m}$$

b) para perfil abierto

$$\eta_2 = 1,74 \sqrt[3]{\frac{t}{r}}$$

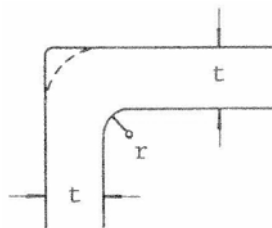


Figura 2

$b_i$  la longitud de los elementos delgados que constituyen el perfil abierto;

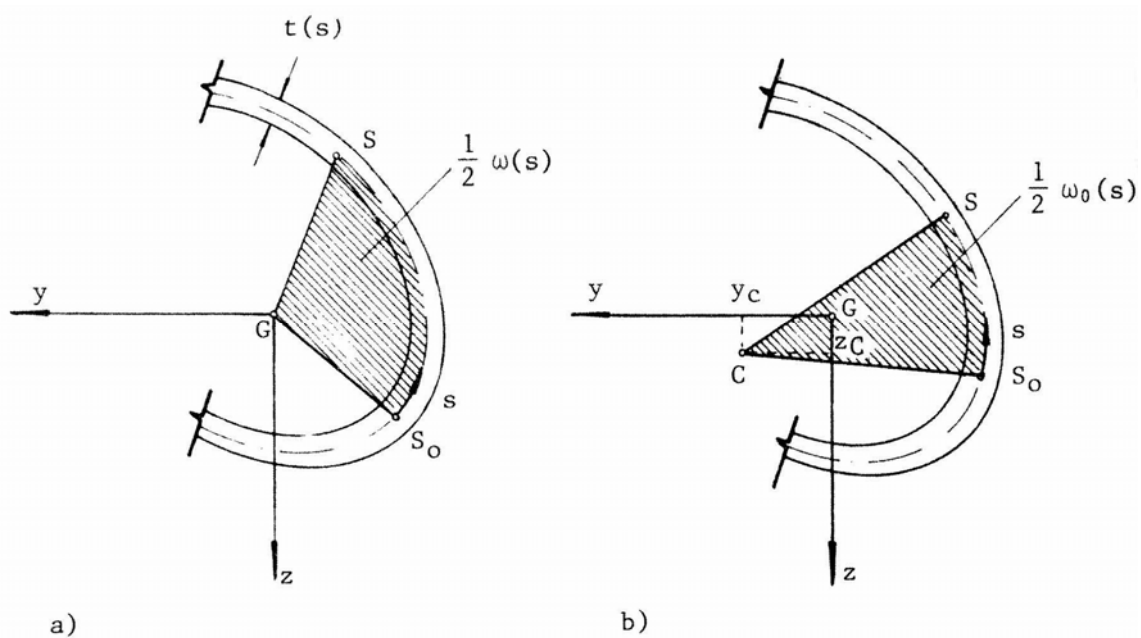
$t_i$  el espesor de los elementos delgados que constituyen el perfil abierto;

$I(s)$  el momento sectorial de inercia de la sección;

- $\omega(s)$  el doble del área barrida por el radio vector con origen en el baricentro G de la sección y extremo en la línea media del perfil desde un punto cualquiera hasta el punto genérico considerado (giro antihorario positivo) (Figura 3a);
- $\omega_0(s)$  el doble del área barrida por el radio vector con origen en el centro de corte C de la sección y extremo en la línea media del perfil desde un punto cualquiera hasta el punto genérico considerado (giro antihorario positivo) (Figura 3b);
- $\omega_n(s)$  el área sectorial normalizada definida como

$$\omega_n(s) = \frac{1}{A} \int_1 \omega_0(s) t ds - \omega_0(s)$$

La integral se extiende a lo largo de la línea media de todo el perfil.



**Figura 3**

- C** el centro de corte de la sección, se determina por:

$$y_c = \frac{I_{\omega z}}{I_y} \quad ; \quad z_c = -\frac{I_{\omega y}}{I_z}$$

- $I_{\omega y}$  ;  $I_{\omega z}$  los momentos centrífugos sectoriales de la sección respecto de los ejes y, z, se determinan por las expresiones:

$$I_{\omega y} = \int_1 \omega(s) y t ds \quad ; \quad I_{\omega z} = \int_1 \omega(s) z t ds$$

Las integrales se extienden a lo largo de la línea media de todo el perfil.

## **CAPITULO 6. COMPROBACIONES A REALIZAR EN EL CÁLCULO**

### **6.1. GENERALIDADES**

El cálculo de estructuras de acero deberá contener las siguientes comprobaciones:

- Comprobación de las tensiones
- Comprobación de la estabilidad frente al pandeo, pandeo lateral y abolladura.
- Comprobación frente al vuelco, deslizamiento y levantamiento de apoyos.
- Comprobación de la admisibilidad de deformaciones.
- Otras comprobaciones.

En todas las comprobaciones deberán ser consideradas todas las acciones que el proyectista adopte para el cálculo agrupándolas en principales y secundarias, o combinándolas según lo indicado en la Recomendación CIRSOC 105–1982, "Superposición de acciones (combinación de estados de carga)", de acuerdo con lo indicado en el artículo 3.2.

Cuando la linealidad del comportamiento de la estructura permite aplicar superposición, los efectos (tensiones o deformaciones) provocados por cada acción o carga pueden ser determinados por separado y luego superponerlos. En caso contrario (no linealidad, no siendo válida la superposición) los efectos deben ser determinados considerando la combinación de acciones y posiciones de éstas que actuando simultáneamente conduzcan al estado más desfavorable.

### **6.2. COMPROBACION DE TENSIONES**

La comprobación puede ser realizada por tres caminos; por separado para los estados de carga P y P–S con y sin acciones de viento y nieve, y para la combinación de acciones establecidas en la Recomendación CIRSOC 105–1982, de acuerdo con lo indicado en el artículo 3.2.

#### **6.2.1. Cálculo elástico**

Los valores máximos de las tensiones de la sección bajo cargas de servicio o trabajo o la tensión equivalente en el caso de tensiones multiaxiales no debe superar el valor de la tensión admisible del acero.

$$\sigma_{m\acute{a}x} \leq \sigma_{adm} \quad ; \quad \sigma_{eq} \leq \sigma_{adm}$$

En el caso particular de estado tangencial puro, la condici3n anterior se transforma en

$$\tau \leq \tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{\sqrt{3}}$$

La tensi3n admisible del acero ser3 obtenida como el cociente entre la tensi3n en el l3mite de fluencia  $\sigma_F$  del acero y el coeficiente de seguridad  $\gamma$  obtenido seg3n lo indicado en el Cap3tulo 4. La tensi3n de fluencia para los aceros se determinar3 de acuerdo con la Tabla 1.

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_F}{\gamma}$$

### 6.2.2. C3lculo Pl3stico

Las cargas de servicio o trabajo no deben superar el valor de la carga l3mite que conduce al colapso de la estructura, total o parcial, que se considere en el modelo de c3lculo, dividida por el coeficiente de seguridad  $\gamma$  determinado seg3n se indica en el Cap3tulo 4 y el valor del esfuerzo o de la combinaci3n de esfuerzos en la secci3n m3s comprometida no debe superar el valor que corresponde a la iniciaci3n de la fluencia en la fibra m3s comprometida de tal secci3n, dividida por 1,1.

$$F \leq \frac{F_L}{\gamma}$$

Secci3n m3s comprometida:

$$M \leq \frac{M_e}{1,1}$$

$$M_T \leq \frac{M_{Te}}{1,1}$$

siendo:

**F** la carga de servicio;

**F<sub>L</sub>** la carga l3mite o de colapso de la estructura;

**M, M<sub>T</sub>** el momento flexor o torsor actuante en la secci3n m3s comprometida.

**M<sub>e</sub>, M<sub>Te</sub>** el momento flexor o torsor el3stico de la secci3n m3s comprometida.

### 6.3. COMPROBACION DE LAS TENSIONES FRENTE A ACCIONES DINAMICAS

La comprobación de las tensiones originadas por la acción dinámica del viento y por los sismos debe ser realizada según lo dispuesto en los Reglamentos CIRSOC 102–1994 e INPRES-CIRSOC 103–1991 respectivamente.

Para la verificación de las tensiones originadas por otras acciones dinámicas, la elección del método de cálculo es responsabilidad del Proyectista Estructural, quien fijará el modelo a considerar y la distribución de masas, elementos elásticos y de amortiguamiento que representará a la estructura real.

Cuando las condiciones lo permitan, el cálculo dinámico podrá ser reemplazado por el cálculo estático mediante el empleo de coeficientes apropiados de mayoración de las acciones.

### 6.4. COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL PANDEO, PANDEO LATERAL Y ABOLLADURA

Las comprobaciones de la estabilidad frente al pandeo, pandeo lateral y abolladura serán realizadas siguiendo las disposiciones contenidas en el Reglamento CIRSOC 302–1982 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero" y sus recomendaciones. A tales efectos, la tensión admisible  $\sigma_{adm}$  a emplear será determinada por la expresión:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_F}{\gamma}$$

siendo:

$\sigma_F$  la tensión al límite de fluencia del acero determinada de acuerdo con la Tabla 1;

$\gamma$  el coeficiente de seguridad obtenido según el Capítulo 4.

### 6.5. COMPROBACION DE LA ESTABILIDAD FRENTE AL VUELCO, DESLIZAMIENTO Y LEVANTAMIENTO DE LOS APOYOS

La seguridad contra el vuelco y el deslizamiento de la estructura debe ser igual, como mínimo, al valor del coeficiente de seguridad  $\gamma$  obtenido según el Capítulo 4 y superior a **1,5**.

La seguridad contra el vuelco de elementos estructurales parciales coincidirá en promedio con el valor de la seguridad al vuelco de la estructura total y no será inferior a **0,75**  $\gamma$  ni a **1,3**.

La seguridad del levantamiento de apoyos no será inferior a **0,75**  $\gamma$  ni a **1,3**.

## 6.6. COMPROBACION DE LA ADMISIBILIDAD DE LAS DEFORMACIONES

Cuando el destino de la obra haga necesaria una limitación de las deformaciones por motivos constructivos (por ejemplo, infiltraciones en techos planos, formaciones de grietas en elementos macizos, influencia sobre máquinas, etc.) las deformaciones serán calculadas siguiendo el cálculo elástico para las cargas de servicio o trabajo (estados de carga  $P$  y  $P-S$ ).

Cuando las circunstancias lo aconsejen se deberán calcular las deformaciones permanentes bajo las cargas excepcionales previstas.

La influencia de la carga permanente puede ser compensada mediante la introducción de una flecha negativa.

En tanto no medien otras razones constructivas, las flechas en las estructuras de acero, originadas por las acciones principales  $P$  en su valor de servicio, deben verificar los valores máximos que establece la Tabla 8. En caso de existir reglamentos específicos del elemento estructural se deberá verificar la flecha máxima que dicho reglamento fije.

**Tabla 8. Valores admisibles de flechas en pórticos o vigas.**

Destino	Función del pórtico o viga	Valor máximo de $\frac{\text{flecha}}{\text{luz}}$
Clase A y B	Soporte de muros o pilares	1/500
	Soporte de techo, piso o entrepiso, no soporta muro	1/300
Clase C	Cualquier función	1/200

En las estructuras en las que predomina la dimensión vertical, tales como torres para edificios, tanques, etc., la flecha horizontal en el extremo superior originada por la acción del viento deberá verificar los siguientes valores máximos respecto de la altura de la torre:

Torres para edificios .....	<b>1/500</b>
Torres para tanques .....	<b>1/400</b>



Los edificios metálicos con puente grúa, deben tener una flecha horizontal máxima establecida de acuerdo a las necesidades funcionales, pero que no será superior a **1/200** al nivel de portagrúa.

## **6.7. OTRAS COMPROBACIONES**

Las reacciones de apoyo y las solicitaciones de corte transmitidas por la estructura a otros elementos resistentes (por ejemplo: fundaciones) deben ser indicadas por separado para cada carga que actúa según su magnitud, dirección y punto de aplicación.

Si otros elementos estructurales intervienen en la transmisión de cargas en la estructura (por ejemplo: paredes o techos como sustitutos de riostras o como seguridad al pandeo lateral) se debe realizar la correspondiente comprobación numérica de la seguridad, a menos que surja en forma inequívoca que dichos elementos constructivos y sus uniones son suficientes para hacer frente a las solicitaciones incidentes.

Esto es también válido para estados constructivos intermedios.



## CAPITULO 7. REGLAS DE DIMENSIONAMIENTO

### 7.1. BARRAS A TRACCION

Las barras sometidas a esfuerzos pequeños de tracción, que puedan trabajar a compresión para variaciones aleatorias de las cargas incluidas en el coeficiente de seguridad, se dimensionarán para una fuerza adecuada de compresión y deberán cumplir con la condición de esbeltez  $\lambda \leq 250$ .

El cálculo de la tensión será realizado por empleo de las siguientes expresiones:

Cálculo elástico  $\sigma = \frac{N}{A - \Delta A}$

Cálculo plástico  $N_p = N_e = \sigma_F (A - \Delta A)$

### 7.2. BARRAS A FLEJO-TRACCION

En barras solicitadas excéntricamente que no verifiquen las excepciones establecidas en el artículo 7.1. el cálculo de tensiones obedecerá a las siguientes expresiones:

Cálculo elástico  $\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{N}{A - \Delta A} + \frac{M_{m\acute{a}x}}{W_t}$

Cálculo plástico mediante el uso de la relación de interacción de  $N$  y  $M$  para la plastificación total de la sección a emplear

### 7.3. BARRAS A COMPRESION Y A FLEJO-COMPRESION

Las barras solicitadas a compresión y a flexo-compresión serán analizadas según el Reglamento CIRSOC 302–1982 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero".

### 7.4. VIGAS SOLICITADAS A FLEXION EN UN PLANO

#### 7.4.1. Distancia entre apoyos

Se tomará como tal la distancia entre ejes de apoyos o entre ejes de las vigas que cumplan funciones de apoyo.

Cuando el apoyo se realice directamente sobre obras de mampostería u hormigón se adoptará como distancia entre apoyos el valor de la luz incrementada en un  $1/20$  de su valor. El incremento no debe ser inferior a **12 cm** y su valor debe determinar presiones que no sobrepasen las tensiones admisibles de los materiales que constituyen el apoyo.

### **7.4.2. Adaptación de las vigas al modelo de cálculo**

Según su disposición en la estructura y los elementos constructivos que se empleen en los apoyos, las vigas pueden ser calculadas como simplemente apoyadas, como vigas continuas, como vigas articuladas continuas o como vigas empotradas. En el caso de vigas simplemente apoyadas o vigas articuladas continuas se deben disponer articulaciones cuya eficacia (libertad de giro) no sea perturbada por otros elementos constructivos (por ejemplo: correas). En el caso de vigas continuas se debe verificar que el descenso de los apoyos provocado por las cargas de servicio sea despreciable y la continuidad de las vigas y sus empalmes en los apoyos intermedios.

En el caso de extremos empotrados se debe verificar que el descenso de los apoyos y el giro de las secciones extremas sean despreciables para las cargas de servicio (medio de unión y rigidez a flexión y torsión adecuados de la viga de apoyo).

En estos casos deben ser verificadas las condiciones que se expresan en el artículo 7.4.3.

### **7.4.3. Disposiciones constructivas que permiten asimilar elementos resistentes a vigas continuas**

Las viguetas de techo, correas y vigas principales pueden ser asimiladas a vigas continuas si verifican las siguientes condiciones constructivas:

- Los empalmes a tope se ejecutarán abarcando toda la sección. Además de los empalmes de alma, se unirán los cordones de tracción de las vigas mediante platabandas de igual sección útil que el cordón que empalman y con medios de unión proyectados para resistir el correspondiente esfuerzo del cordón.

En los cordones a compresión se garantizará la transmisión de tensiones asegurando el contacto entre ambos cordones, intercalando placas de compresión ajustadas o por llenado de junta con soldadura.

- En los apoyos intermedios se debe garantizar la transmisión de fuerzas en las alas comprimidas mediante construcciones especiales.

### **7.4.4. Fuerzas y pares que transmiten las vigas sobre los apoyos**

Para el cálculo de fuerzas y pares que transmiten las vigas sobre los apoyos se debe emplear el mismo modelo que se adopte para el dimensionamiento de la viga.

#### 7.4.5. Fórmulas de dimensionamiento

Para las barras sometidas a flexión en un plano se emplearán las siguientes expresiones:

$$\text{Cálculo elástico} \quad \sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{calc}}{W_t}$$

$$\begin{aligned} \text{Cálculo plástico} \quad M_p &= k M_e \\ M_p &= \sigma_F W^P \end{aligned}$$

siendo:

$k$  el factor de forma de la sección;

$M_p$  el momento plástico;

$M_e$  el momento elástico.

#### 7.4.6. Tensiones tangenciales en vigas solicitadas al corte

Las tensiones tangenciales en los elementos de pared delgada de secciones de vigas solicitadas al corte deben ser calculadas suponiendo que su dirección es normal al espesor (paralelo a las caras), de distribución constante en el espesor mediante la expresión:

$$\tau = \frac{Q_z \cdot S^y}{I_y \cdot t}$$

siendo:

$Q_z$  el esfuerzo de corte según el eje z-z;

$S^y$  el momento estático respecto del eje y-y, normal a  $Q_z$ , de la parte de la sección comprendida por el nivel al cual se desea calcular  $\tau$  y el nivel externo de la sección (ver Figura 4);

$I_y$  el momento de inercia de la sección total respecto del eje y-y;

$t$  el espesor del elemento en el nivel de la determinación.

En secciones doble T la expresión anterior puede ser reemplazada por:

$$\tau = \frac{Q}{A_a} = cte$$

siendo:

$A_a$  el área del alma del perfil doble T.

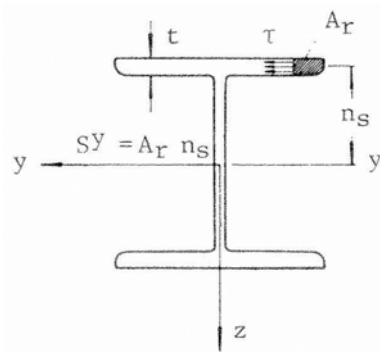


Figura 4.

## 7.5. VIGAS SOLICITADAS A FLEXION EN DOS PLANOS ORTOGONALES

Cuando el elemento resistente se halle sometido a flexión en 2 planos longitudinales ortogonales y, z (ejes principales de inercia de la sección) con momentos flexores  $M_y$ ,  $M_z$ , las tensiones deben ser calculadas con las expresiones:

Cálculo elástico 
$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_y}{W_y} + \frac{M_z}{W_z}$$

Cálculo plástico mediante el uso de la relación de interacción de  $M_y$  y  $M_z$  que conduce a la plastificación total de la sección a emplear

## 7.6. BARRAS SOLICITADAS A TORSION

Se deben considerar dos casos de torsión según la forma de la sección, la longitud, el tipo de vinculación y la variación del diagrama de momentos torsores en la barra:

- torsión libre o de Saint Venant, y
- torsión con alabeo restringido.

### 7.6.1 Torsión libre

Se debe considerar torsión libre cuando se cumpla una de las siguientes condiciones:

- El diagrama de momentos torsores es constante y los vínculos permiten el alabeo (deformación normal al plano de la sección) libre de todas las secciones de la barra para todo tipo de perfil.

- Barras solicitadas por cualquier distribución de momentos torsores y cualquier vinculación, cuyas secciones están constituidas por paredes delgadas cuya línea media no tiene tendencia a alabeo.

Cumplen esta condición las siguientes secciones:

- Sección anular cerrada.
- Secciones abiertas constituidas por elementos delgados cuyas líneas medias concurren a un punto (Perfiles L; T; +).
- Perfiles cerrados de espesor constante que pueden ser inscriptos en una circunferencia.

### 7.6.2. Torsión con alabeo restringido

Se debe considerar torsión con alabeo restringido en aquellas barras con variación del momento torsor a lo largo de su eje o con impedimento del alabeo en alguna de sus secciones y que no verifiquen las condiciones del artículo anterior.

### 7.6.3. Cálculo de barras sometidas a torsión libre

El cálculo de barras sometidas a torsión libre se debe realizar por aplicación de las expresiones de la Tabla 9.

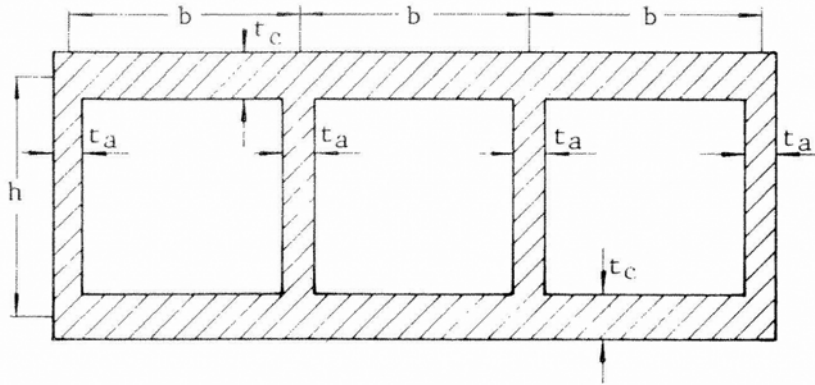
**Tabla 9. Expresiones de cálculo de torsión libre.**

Cálculo de	Expresión de cálculo	
	Cálculo elástico	Cálculo plástico
Tensiones tangenciales $\tau$ ( $\sigma = 0$ )	$\tau_{m\acute{a}x} = \frac{M_T}{W_T}$	$\tau = \frac{M_T}{W_T^P}$
Giro por torsión	$\phi' = \frac{d\phi}{dx} = \frac{M_T}{G I_T}$	
siendo: $\frac{d\phi}{dx}$ el giro específico por torsión o giro por torsión por unidad de longitud de barra.		

#### 7.6.3.1. Barras de sección cajón rectangular multicelular.

En el cálculo de sección multicelular de **3** recintos se puede despreciar el efecto de las paredes intermedias y reemplazar la sección por el perfil cerrado que resulta de considerar sólo las paredes exteriores de la sección (Figura 5).

Cuando el número de recintos es **4** ó **5** y el valor de  $\frac{h}{b} \cdot \frac{t_c}{t_a}$  está comprendido entre **4** y **6**, el valor de  $W_7$  (hallado sin considerar los tabiques interiores), puede ser afectado del coeficiente **1,1**.



**Figura 5**

siendo:

- h** la altura del perfil;
- b** el ancho del recinto;
- t<sub>a</sub>** el espesor de los tabiques de alma;
- t<sub>c</sub>** el espesor de las paredes superior e inferior.

#### 7.6.3.2. Barras de sección cajón rectangular con una pared de celosía o reticulado.

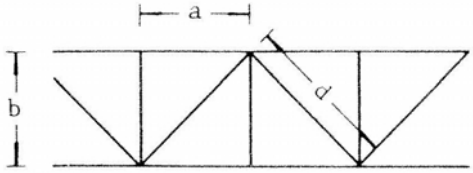
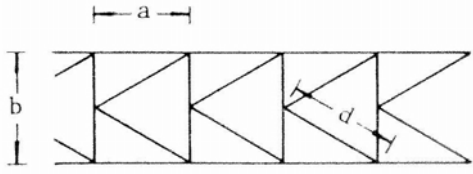
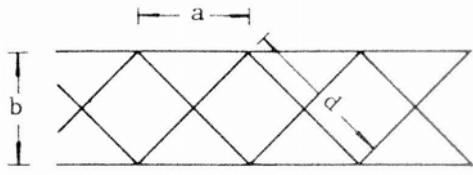
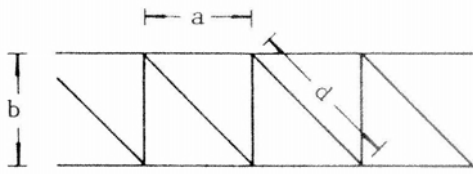
Las barras constituidas por **3** paredes plenas y una de celosía, según muestra la Figura 6, se calculan como barras de sección plena asignando a la pared de celosía un espesor equivalente  $t^*$  que se calcula con las expresiones de la Tabla 10. El cálculo de los esfuerzos en las barras de la pared de celosía se realiza para la sollicitación que se indica en la Figura 6.

#### 7.6.3.3. Barras de reticulado.

Las barras de reticulado o celosía solicitadas a torsión se dimensionan siguiendo las hipótesis y reglas consignadas en el artículo 7.8. "Estructuras de reticulado o de celosía". Ello significa que la barra debe ser considerada como estructura espacial y que se debe prever los elementos de transmisión y la distribución de los vínculos que aseguren que los pares torsores, activos y reactivos solicitan a la estructura mediante fuerzas equivalentes que actúan en los vértices.



Tabla 10. Expresiones para el cálculo de espesor equivalente.

Tipo de pared de reticulado	Espesor equivalente
	$t^* = 2,59 \frac{a \cdot b}{\frac{d^3}{A_D} + \frac{a^3}{3} \left( \frac{1}{A_s^*} + \frac{1}{A_i^*} \right)}$
	$t^* = 2,59 \frac{a \cdot b}{\frac{2 d^3}{A_D} + \frac{b^3}{4 A_M} + \frac{a^3}{12} \left( \frac{1}{A_s^*} + \frac{1}{A_i^*} \right)}$
	$t^* = 2,59 \frac{a \cdot b}{\frac{d^3}{2 A_D} + \frac{a^3}{12} \left( \frac{1}{A_s^*} + \frac{1}{A_i^*} \right)}$
	$t^* = 2,59 \frac{a \cdot b}{\frac{d^3}{A_D} + \frac{b^2}{A_M} + \frac{a^3}{12} \left( \frac{1}{A_s^*} + \frac{1}{A_i^*} \right)}$

siendo:

$A_D$  el área de la sección de la diagonal;

$A_M$  el área de la sección del montante;

$A_s^*$  el área de la sección del cordón superior que incluye la contribución de  $\frac{1}{4}$  de la pared plena del cajón que concurre al cordón superior;

$A_i^*$  el área de la sección del cordón inferior que incluye la contribución de  $\frac{1}{4}$  de la pared plena del cajón que concurre al cordón inferior.

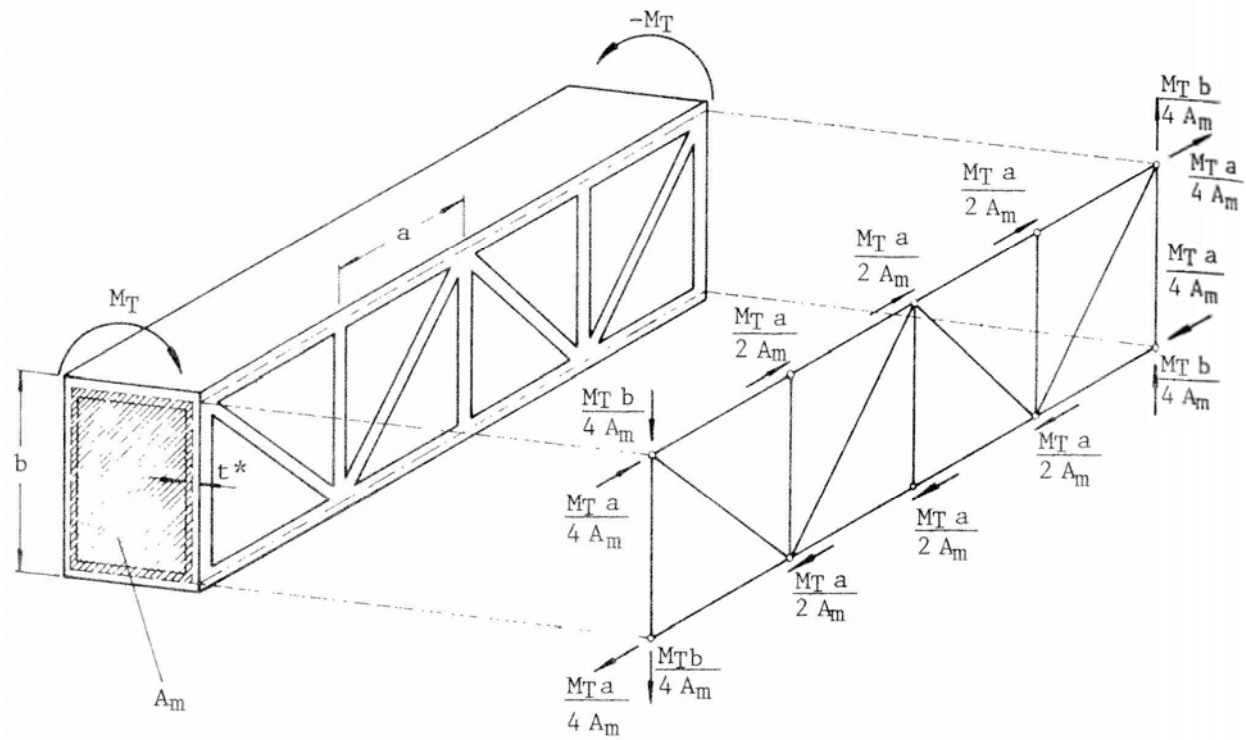


Figura 6.

#### 7.6.4. Cálculo de barras solicitadas a torsión con alabeo restringido

El giro de la sección está dado por:

$$\phi = C_1 + C_2 \frac{x}{K} + C_3 \operatorname{sh} \frac{x}{K} + C_4 \operatorname{ch} \frac{x}{K} + \bar{\phi}$$

Las tensiones normales debidas a la torsión con alabeo restringido, resultan de:

$$\sigma = E \phi'' w_n$$

Las tensiones tangenciales debidas a la torsión con alabeo restringido:

$$\tau = 2 G \phi' n - \frac{E}{t} \phi''' S_w$$

El momento torsor, resulta de:

$$M_T = G I_T \phi' - E I_w \phi'''$$

siendo:

$\bar{\phi}$  una función de  $x$  que depende del par torsor distribuido por unidad de longitud  $m_T$  (ver Tabla 11);

$$K = \frac{E I_{\omega}}{G I_T}$$

$n$  la distancia a la línea media de una pared delgada.

Tabla 11. Funciones  $\bar{\phi}$  para distintos tipos de distribución  $m_T(x)$ .

Denominación de la distribución de los momentos torsores aplicados $m_T(x)$	Ley de $m_T(x)$	$\bar{\phi}(x)$
Uniformemente distribuida	$m_T = cte$	$-\frac{m_T}{2} \frac{l^2}{G I_T} \left(\frac{x}{l}\right)^2$
Distribución trapecial	$m_T(x) = m_0 + m_1 \frac{x}{l}$	$-\frac{l^2}{6 G I_T} \left(\frac{x}{l}\right)^2 \left(3 m_0 + m_1 \frac{x}{l}\right)$

Las constantes  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ , deben ser obtenidas de las expresiones anteriores por aplicación de las condiciones de borde que se deben tomar de la Tabla 12.

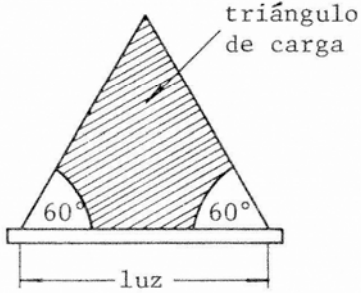
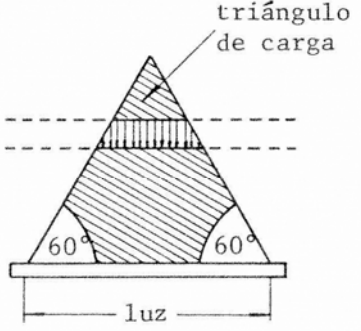
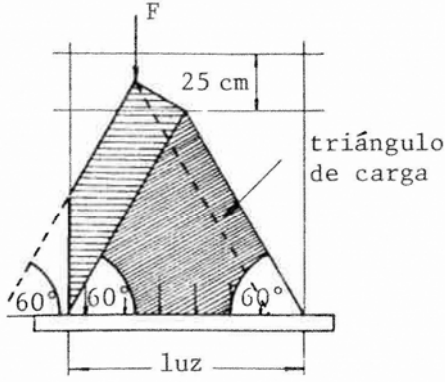
Tabla 12. Condiciones de borde de vínculos extremos.

Tipo de vínculo	Condiciones de borde
Libre	$\phi'' = 0$ ; $M_T = 0$
Apoyo simple o en horquilla	$\phi = 0$ ; $\phi'' = 0$
Empotramiento	$\phi = 0$ ; $\phi' = 0$

## 7.7. SEGURIDAD ANTE LA ABOLLADURA DE ALMA Y ANTE EL PANDEO LATERAL DE BARRAS DE ALMA LLENA

La seguridad ante la abolladura de alma y ante el pandeo lateral de elementos estructurales de alma llena debe ser verificada según el Reglamento CIRSOC 302-1982 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero".

Tabla 13. Hipótesis de carga sobre dinteles.

Acción	Hipótesis de carga	Observaciones
Peso de la pared		
Peso de la pared y carga uniformemente repartida situada dentro del triángulo de carga		<p>No deben ser consideradas cargas uniformemente distribuidas por encima del triángulo de cargas.</p> <p>Para cargas uniformemente repartidas aplicadas dentro de la altura del triángulo de cargas sólo se debe considerar las que actúan dentro del triángulo de carga.</p>
Peso de la pared y carga concentrada		<p>Las cargas concentradas que actúan fuera del rectángulo formado por la luz del dintel y la altura del triángulo de carga más 25 cm no deben ser consideradas. Para las que actúan dentro de dicho rectángulo admitir la distribución de la carga en un triángulo de ángulos de 60°; a las que se les adicionará el peso de la pared indicado con <u>mayado</u> horizontal.</p>

## 7.8. ESTRUCTURAS DE RETICULADO O CELOSIA

El cálculo de los esfuerzos en las barras de estructuras de reticulado se puede realizar según las siguientes hipótesis:

- Las barras de la estructura de reticulado se supondrán vinculadas entre sí mediante rótulas (espacial) o articulaciones (plana) libres de rozamiento.
- Los vínculos externos serán asimilados a rótulas y bielas (espacial) y articulaciones fijas y móviles (planas) libres de rozamiento,

siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Las cargas sean aplicadas en los vértices del reticulado por sí o por transmisión indirecta. A estos fines se considerará despreciable el efecto de flexión provocado por el viento actuando sobre las paredes laterales de las barras y por el peso propio de las barras para longitudes de hasta **6 m**.
- Los vínculos se hallen aplicados en los vértices del reticulado.
- Los medios de construcción y unión aseguren que el comportamiento del acero de la estructura conserva las propiedades elasto-plásticas.

La carga transversal originada por el peso propio en las barras comprimidas deberá ser considerada en el cálculo como indica el Reglamento CIRSOC 302-1982 "Fundamentos de cálculo para los problemas de estabilidad del equilibrio en las estructuras de acero".

Las tensiones de flexión por cargas que actúan aplicadas en las barras entre los vértices deben ser adicionadas al cálculo de la estructura de reticulado.

### 7.8.1. Paredes de celosía o reticulado

Los travesaños horizontales de paredes de celosía deben ser calculados para transmitir las solicitaciones originadas por el peso propio de la pared y la sobrecarga, en el caso de pared portante, salvo que el travesaño apoye sobre fundación u otro elemento que admita la transmisión sin deformación. Para el caso especial de travesaños sobre aberturas (por ejemplo dinteles de puertas y ventanas) se deben emplear las hipótesis de carga que se indican en la Tabla 13.

### 7.8.2. Riostras

Las estructuras en las que predominan las acciones verticales (en general, una dirección) sobre las horizontales (en general, las dos restantes direcciones) se proyectan y construyen generalmente con elementos planos verticales, cuya rigidez horizontal es pequeña y por ello insuficiente su capacidad para:

- Transmitir las fuerzas horizontales (viento, frenado, empuje lateral) a tierra.
- Conservar la forma de la estructura en el plano horizontal o evitar las deformaciones excesivas en dicho plano.
- Evitar el pandeo lateral de los elementos resistentes principales o de parte de ellos.

Los elementos resistentes que se adicionan a la estructura principal para contrarrestar estas insuficiencias se denominan riostras o arriostramientos. Generalmente a la denominación riostra o arriostramiento se le especifica el efecto buscado (por ejemplo: arriostrado contra viento, riostra para frenado, etc.)

Como riostras se pueden usar elementos resistentes especiales que se adicionan a la estructura, o elementos que constituyen la estructura (por ejemplo: las correas como riostras contra viento). En ambos casos en las zonas de arriostramiento las barras no deberán presentar articulaciones. Las placas (de hormigón, hormigón armado, mampostería, chapa estriada, etc.) pueden ser usadas como arriostramiento cuando su ubicación y dimensiones permitan cumplir con la seguridad prevista en el cálculo, y con la función de la riostra contra una o más acciones. Una pared o placa puede ser considerada macizo de arriostramiento sólo si se cumplen las siguientes condiciones:

- Carece de huecos para puertas y ventanas.
- El espesor, sin revestimiento, es superior a **11,5 cm**.
- Queda asegurada la unión o el enlace con las vigas y columnas del perímetro.
- Verifica las condiciones de resistencia al esfuerzo de corte a que está sometida.

## 7.9. CONSIDERACION DE LOS EFECTOS TERMICOS

Cuando las condiciones climáticas de la zona y el tipo de la construcción lo exijan, a los esfuerzos de cálculo originados por las cargas se deberán adicionar los esfuerzos provocados por las variaciones de temperatura a considerar por el cálculo elástico.

La variación de temperatura  $\Delta T$  a considerar surge de la expresión:

$$\Delta T = K \Delta T_B$$

siendo:

$\Delta T_B$  la variación básica de la temperatura que debe ser determinada para el lugar de emplazamiento geográfico de la construcción, según la Recomendación CIRSOC 107–1982 "Acción térmica climática sobre las construcciones" (variación estacional de la temperatura);

$K$  el coeficiente que depende del material (acero), del revestimiento y de la exposición de la estructura. Se obtiene de la Tabla 14.

Tabla 14. Valores de  $K$  para estructuras de acero.

Condiciones de exposición	Tipo de protección	$K$
Sombra	Recubrimiento de conductibilidad térmica: $167,6 \frac{J}{h m^{\circ}C} \left( 40 \frac{cal}{h m^{\circ}C} \right)$ Espesor: 5 cm	1,6
Sombra	Recubrimiento de conductibilidad térmica: $167,6 \frac{J}{h m^{\circ}C} \left( 40 \frac{cal}{h m^{\circ}C} \right)$ Espesor: 2,5 cm	1,8
Sombra	Sin protección	2,5
Aire libre	Recubrimiento de conductibilidad térmica: $167,6 \frac{J}{h m^{\circ}C} \left( 40 \frac{cal}{h m^{\circ}C} \right)$ Espesor: 5 cm	2,2
Aire libre	Recubrimiento de conductibilidad térmica: $167,6 \frac{J}{h m^{\circ}C} \left( 40 \frac{cal}{h m^{\circ}C} \right)$ Espesor: 2,5 cm	2,5
Aire libre	Pintura negro mate	3,5

Las variaciones de temperatura originadas por fuentes no climáticas deben ser consideradas en cada caso según el criterio del Proyectista Estructural, quien determinará los valores de las variaciones de temperatura uniforme y no uniforme a considerar según la fuente calórica y su posición frente a la estructura.

## 7.10. EMPALMES Y CUBREJUNTAS

**7.10.1.** Los elementos constitutivos de la sección en general se empalmarán y cubrirán por separado. Los cubrejuntas y medios de unión en los empalmes y uniones a tope se calcularán en general según las tensiones y reacciones que les correspondan. En los empalmes de barras comprimidas se considerarán las fuerzas de compresión sin el coeficiente de pandeo  $\omega$ .

Si en las uniones a tope los elementos de recubrimiento tienen, como mínimo, los mismos valores de  $I$ ,  $W$  y  $A$  que las partes unidas a tope, no serán necesarias otras comprobaciones a excepción de las que se efectuarán para los medios de unión.

**7.10.2.** En las columnas continuas solicitadas sólo a compresión y cuyas uniones están dispuestas en los cuartos extremos de la longitud de pandeo, se pueden calcular los medios de unión y cubrejuntas de las uniones a tope para la mitad de la carga de la columna, si la superficie a tope es normal a ésta y bien mecanizada asegurando un contacto total.

**7.10.3.** Los medios de unión (chapa, angular) en el capitel y la base de las columnas, solicitados solamente a compresión pueden ser calculados sólo para un cuarto de la carga de la columna, en caso de mecanización en ángulo recto de las secciones extremas y si se disponen placas de apoyo suficientemente gruesas.

**7.10.4.** En una unión de una barra a una cartela realizada con auxilio de angulares laterales, se calculará la unión en una de las alas del angular con el esfuerzo que se desea transmitir a través del angular y en el otro ala con dicho esfuerzo incrementado en un **50%** (ver Figura 7).

**7.10.5.** En las chapas de nudo que se utilizan para la transmisión de esfuerzos en las uniones, se debe realizar el cálculo de la verificación de la resistencia.

**7.10.6.** Las reglas para las vigas continuas según la Recomendación CIRSOC 301-2-1982 "Métodos simplificados para el cálculo de estructuras metálicas" valen también para sus medios de unión y cubrejuntas.

## **7.11. OTROS RECAUDOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO**

El dimensionamiento de estructuras de acero deberá verificar las siguientes condiciones:

- a) Las diversas partes de la estructura, desde el punto de vista de la inspección y de la protección contra la corrosión, deben ser fácilmente accesibles en todos los puntos y de conservación sencilla.  
En armaduras de techo emplazadas en ambientes con un alto peligro de corrosión, se deben evitar las barras formadas por 2 perfiles angulares dispuestos paralelamente con una separación igual al espesor de la chapa nodal.



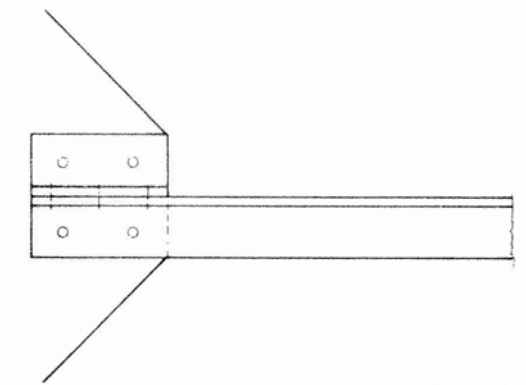


Figura 7

Si la separación de tales perfiles próximos, de acuerdo con la Figura 8, es menor que  $h/6$  ó  $10\text{ mm}$ , el espacio intermedio debe rellenarse.

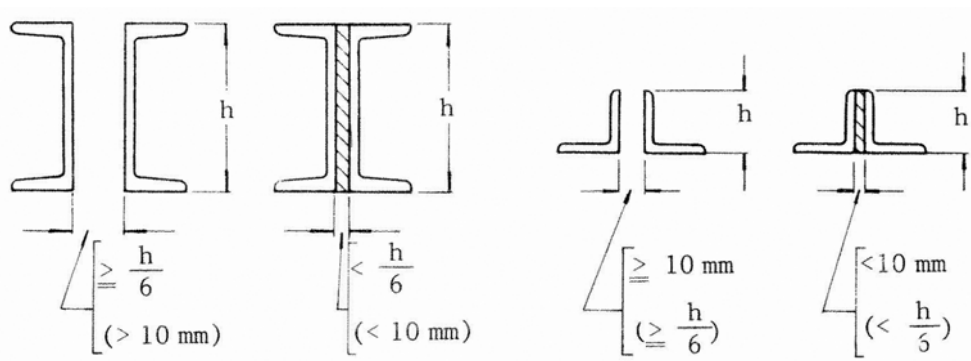


Figura 8

- b) En cada punto de la estructura el agua debe escurrirse correctamente. Las bolsas de agua inevitables deben ser escurridas mediante desagües de dimensiones apropiadas.
- c) En el caso de cubiertas al aire libre, poco inclinadas (por ejemplo techos) se debe velar (por ejemplo mediante la sobreelevación de las vigas, correas) que quede asegurado el escurrimiento del agua acumulada por la deflexión bajo las cargas incidentes.



## CAPITULO 8. MEDIOS DE UNION

### 8.1. GENERALIDADES

En este Reglamento se incluyen las uniones realizadas con remaches, tornillos normales calibrados, tornillos normales en bruto y uniones antideslizantes realizadas con tornillos de alta resistencia que vinculen componentes de la estructura cuyo espesor mínimo está determinado en el artículo 1.2.

Las uniones realizadas con soldadura deben ser consideradas según el reglamento específico correspondiente. La clasificación de tornillos normales en calibrados y en bruto es consecuencia del ajuste entre el tornillo y el agujero. Cuando la terminación del orificio permite asegurar que el juego entre diámetros de tornillos y agujero es inferior a **0,01** del diámetro del tornillo, a éste se lo debe considerar calibrado, en caso contrario tornillo en bruto.

Las uniones antideslizantes deben ser realizadas con tornillos de alta resistencia y siguiendo las prescripciones de este Reglamento a los efectos de verificar dentro de las condiciones de seguridad que se hayan fijado para la estructura, que la transmisión de la sollicitación en el medio de unión se realice por rozamiento entre las superficies de los elementos que constituyen el medio de unión, mediante el tratamiento de tales superficies y el ajuste de las tuercas de los tornillos con pares torsores de intensidad controlada que conduzcan a fuerzas adecuadas de compresión sobre los elementos a unir y que se establecen en el presente Reglamento. El diámetro del orificio debe ser inferior al diámetro del tornillo más **1 mm**.

No se deben emplear, en un mismo medio de unión, tornillos en bruto junto con remaches o tornillos calibrados, ni tornillos de alta resistencia con remaches o tornillos normales calibrados o en bruto.

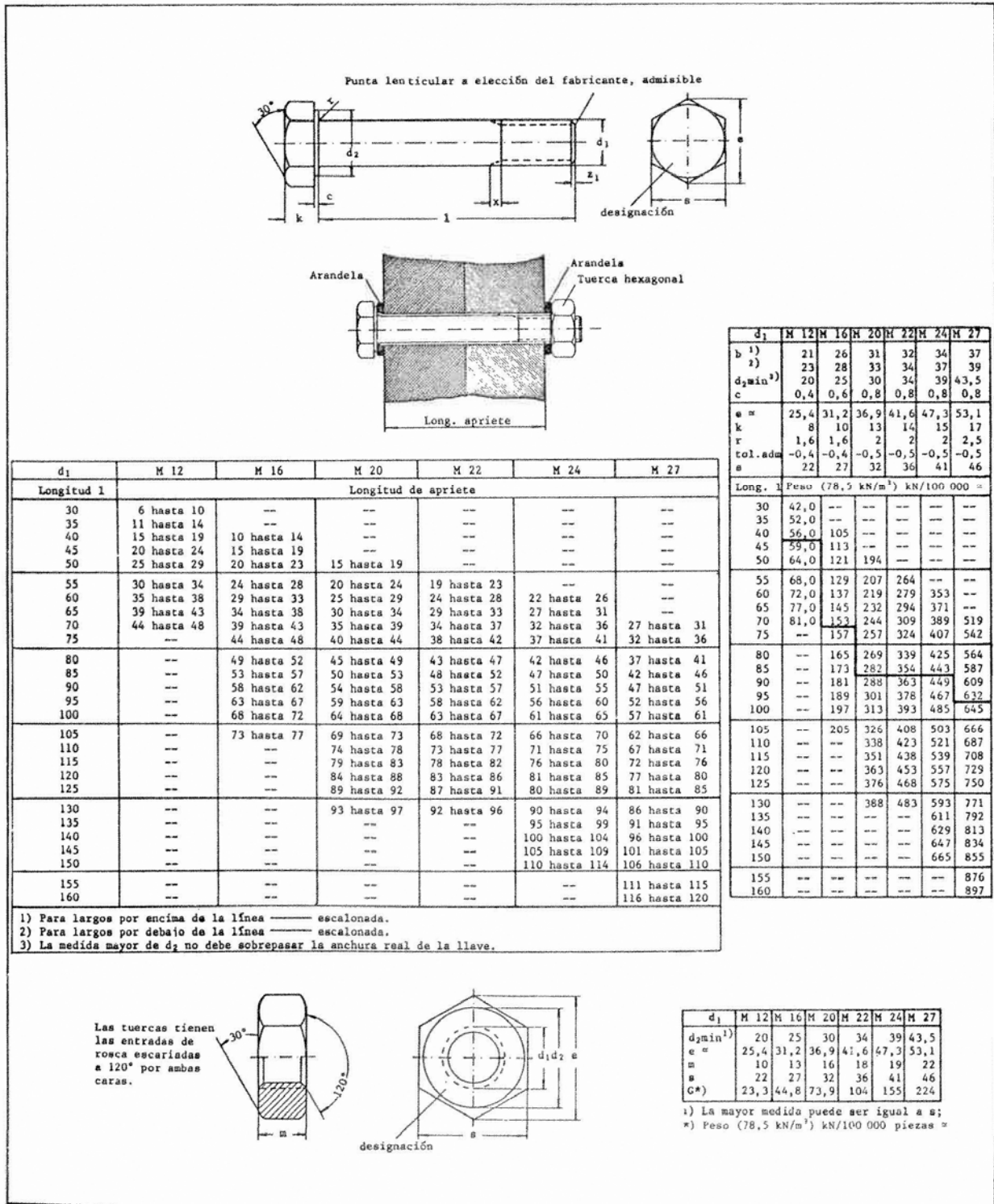
### 8.2. DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS MECANICAS DE REMACHES Y TORNILLOS

Los remaches a emplear en los medios de unión deberán cumplir con las normas **IRAM 521, 5200, 5201, 5206 y 5207**.

Los tornillos normales y tuercas calibrados o en bruto a emplear en los medios de unión deberán cumplir con las normas **IRAM 5214, 5220 y 5304**.

Los tornillos de alta resistencia para uniones antideslizantes deberán pertenecer a la clase de resistencia 10.9 y las tuercas a la clase de resistencia 8.8 que prescribe la norma **IRAM 5214**. Las características geométricas de los tornillos y tuercas deberán verificar los valores de la Tabla 15.

**Tabla 15. Características geométricas (forma y dimensión) de los tornillos y tuercas de alta resistencia para uniones antideslizantes.**



Las arandelas a emplear con tornillos normales o de alta resistencia deberán cumplir con las normas **IRAM 5106, 5107 y 5108**.

### 8.3 TENSIONES Y ESFUERZOS ADMISIBLES

#### 8.3.1. Tensiones admisibles para medios de unión contruidos con remaches y tornillos normales calibrados o en bruto

Las tensiones admisibles para el cálculo de medios de unión con remaches y tornillos normales serán determinadas por aplicación de las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} \text{Solicitud al corte:} \quad \tau_{adm} &= \frac{\sigma_F}{\gamma_1} \\ \text{Solicitud de tracción:} \quad \sigma_{adm} &= \frac{\sigma_F}{\gamma_2} \\ \text{Aplastamiento:} \quad \sigma_{1adm} &= \frac{\sigma_F}{\gamma_3} \end{aligned}$$

siendo:

- $\tau_{adm}$  la tensión admisible al corte del remache o tornillo normal;
- $\sigma_{adm}$  la tensión admisible a la tracción del remache o tornillo;
- $\sigma_{1adm}$  la tensión admisible por compresión de aplastamiento de las chapa que integran la unión;
- $\sigma_F$  la tensión de fluencia del acero del remache o tornillo;
- $\sigma_F$  la tensión de fluencia de las chapas que integran la unión. Si se usan 2 tipos de acero se debe adoptar la tensión de fluencia menor;
- $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$  los coeficientes de seguridad que se deben adoptar de la Tabla 16.

#### 8.3.2. Esfuerzo admisible, fuerza de compresión a ejercer sobre elementos del medio de unión y par torsor a aplicar a las tuercas de los tornillos de alta resistencia en uniones antideslizantes

Los valores del esfuerzo  $N_t$  transmisible por cada tornillo por rozamiento y del par torsor  $M_a$  que es necesario aplicar a su tuerca para obtener seguridad contra el deslizamiento de los elementos a unir, o momento de apretadura, deben verificar las siguientes expresiones:

$$N_t = \frac{1}{\gamma_d} \mu N_c \quad N_c = 0,41 \sigma'_F d^2$$

$$M_a = 0,19 d N_c \quad \gamma_d = 0,85 \gamma$$

siendo:

- $\gamma_d$  el coeficiente de seguridad contra el deslizamiento;
- $\gamma$  el coeficiente de seguridad de la estructura determinado según el Capítulo 4;
- $\mu$  el coeficiente de fricción entre los elementos del medio de unión;
- $N_c$  la fuerza de compresión que ejerce el tornillo sobre el medio de unión;
- $d$  el diámetro nominal del tornillo;
- $\sigma'_F$  la tensión en el límite de fluencia o en el límite convencional **0,2** del acero que constituye el tornillo.

El coeficiente de fricción  $\mu$  depende del acero que se emplee en la construcción. Para tipos de acero **F-22** y **F-24** su valor es **0,45** y para aceros **F-30** y **F-36** su valor es **0,60**. Cuando se usan 2 tipos de acero en la unión, se adoptará el coeficiente de fricción menor.

**Tabla 16. Coeficientes de seguridad de remaches y tornillos.**

Tipo de sollicitación	Coeficiente de Seguridad	Tensión de fluencia del remache o tornillo $\sigma'_F$ (N/mm <sup>2</sup> )	Remaches	Tornillos normales calibrados	Tornillos normales brutos
Corte	$\gamma_1$	180 300	1,05 $\gamma$ 0,90 $\gamma^{(*)}$	1,43 $\gamma$ 0,95 $\gamma^{(*)}$	1,90 $\gamma$ 1,15 $\gamma^{(*)}$
Tracción	$\gamma_2$		2,80 $\gamma$	2,00 $\gamma$	2,00 $\gamma$
Aplastamiento	$\gamma_3$		0,50 $\gamma$	0,50 $\gamma$	0,67 $\gamma$

(\*) Para valores intermedios de la  $\sigma'_F$ , se interpolará linealmente.

$\gamma$  Es el coeficiente de seguridad de la estructura determinado según el Capítulo 4.

1N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa  $\cong$  10 kgf/cm<sup>2</sup>

Para tornillos de clase de resistencia 10.9, distintos diámetros de tornillos y coeficientes de seguridad de la estructura, los valores de  $N_c$ ,  $M_a$  y  $N_t$  se presentan en la Tabla 17

**Tabla 17. Valores de  $N_c$ ,  $M_a$  y  $N_t$  para tornillos de clase de resistencia 10.9. Los valores  $N_t$  corresponden a uniones antideslizantes de una superficie de contacto, para uniones antideslizantes de dos superficies de contacto se deben multiplicar por 2.**

Diámetro nominal del tornillo (mm)	$N_c$ (kN)	$M_a$ (kNm)	$N_t$ (kN) para $\gamma =$				
			1,25	1,30	1,40	1,50	1,60
12	53	0,121	22,4	21,6	20,0	18,7	17,5
			29,9	28,8	26,7	24,9	23,4
14	72	0,192	30,5	29,3	27,2	25,4	23,8
			40,7	39,1	36,3	33,9	31,8
16	94	0,286	39,8	38,3	35,5	33,2	31,1
			53,1	51,0	47,4	44,2	41,5
18	120	0,410	50,8	48,9	45,4	42,4	39,7
			67,8	65,2	60,5	56,5	52,9
20	148	0,562	62,7	60,3	56,0	52,2	49,0
			83,6	80,4	74,6	69,6	65,3
22	179	0,748	75,8	72,9	67,7	63,2	59,2
			101,1	97,2	90,3	84,2	79,0
24	213	0,971	90,2	86,7	80,5	75,2	70,5
			120,3	115,7	107,4	100,2	94,0
27	270	1,383	114,4	110,0	102,1	95,3	89,3
			152,5	146,6	136,1	127,1	119,1

Nota: El valor superior corresponde a  $\mu = 0,60$   
1 kN  $\cong$  100 kgf

### 8.3.3. Tensión admisible al aplastamiento de uniones antideslizantes

Para la tensión admisible por compresión al aplastamiento de los elementos que integran la unión antideslizante se debe adoptar:

$$\sigma_{1 adm} = \frac{\sigma_F}{0,33 \gamma}$$

siendo:

$\sigma_F$  la tensión de fluencia del acero de los elementos que constituyen la unión. En el caso de empleo de dos clases de acero se debe adoptar la tensión de fluencia menor;

$\gamma$  el coeficiente de seguridad obtenido según el Capítulo 4.

#### 8.4. VERIFICACION DE LA SEGURIDAD EN LOS ELEMENTOS DEL MEDIO DE UNION

La seguridad del medio de unión bajo acción estática es adecuada, si el esfuerzo que originan las cargas de trabajo o servicio es menor o igual que el esfuerzo que provoca la plastificación de cualquiera de los elementos integrantes del medio de unión dividido por  $\gamma$  el coeficiente (Capítulo 4) y no supera el **90%** del valor que provoca la iniciación de la fluencia en las fibras más solicitadas de la misma (ver artículo 6.2). La seguridad puede ser verificada por tensiones admisibles o por cálculo límite. Las acciones a considerar serán las mismas que para la estructura y su combinación se regirá por agrupación en principales y secundarias o por la Recomendación CIRSOC 105–1982 "Superposición de acciones (combinación de estados de carga)", de acuerdo con lo indicado en el artículo 3.2.

Las tensiones admisibles deben ser determinadas para el material que constituye los elementos a unir. Deben cumplir las condiciones:

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_F}{\gamma} \qquad \tau_{adm} = 0,577 \frac{\sigma_F}{\gamma}$$

Como área determinante para la verificación de la chapa en la sección correspondiente con la unión para la sollicitación por tracción en uniones remachadas o atornilladas con tornillos normales se debe adoptar la sección neta y para sollicitación de compresión la sección total.

En uniones antideslizantes con tornillos de alta resistencia se debe verificar que los esfuerzos transmisibles  $N_t$  obtenidos mediante la Tabla 17 y aplicados en cada tornillo constituyen un sistema estáticamente en equilibrio con el esfuerzo a transmitir. Además se debe verificar la tensión de las chapas que integran la unión en la sección más desfavorable, se adoptará en la verificación la sección neta o total según que el esfuerzo sea de tracción o compresión, y la tensión de aplastamiento en las paredes de los agujeros.

#### 8.5. ESFUERZOS DE TRACCION TRANSMISIBLE POR LOS TORNILLOS EN UNIONES ANTI-DESLIZANTES

Los tornillos de una unión antideslizantes pueden transmitir esfuerzos secundarios de tracción siempre que verifiquen las siguientes condiciones:

- No existan flexiones en el tornillo.
- El esfuerzo de tracción a transmitir por cada tornillo no sea superior a **0,8** de la fuerza de compresión  $N_c$  que ejerce el tornillo.



- La suma o el promedio de los esfuerzos de tracción de todos los tornillos que constituyen la unión no sea superior a **0,6** de la suma o el promedio de las fuerzas de compresión  $N_c$  que ejercen todos los tornillos.

Cuando el tornillo de la unión antideslizante transmite un esfuerzo de tracción  $N_t$  que verifique las condiciones anteriores, el esfuerzo transmisible por el tornillo  $N_t^*$  debe ser calculado por la expresión: siendo:

$$N_t^* = N_t \left( 1 - \frac{N_T}{N_c} \right)$$

siendo:

$N_t$  el esfuerzo transmisible por el tornillo sin tracción secundaria. Se obtiene del artículo 8.3.2.;

$N_c$  la fuerza necesaria de apretamiento. Se obtienen de la Tabla 17.

## 8.6. DIAMETROS DETERMINANTES A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO DE UNIONES

Para el cálculo de los esfuerzos transmisibles por los medios de unión constituidos con remaches y tornillos normales o de alta resistencia se deben considerar los diámetros determinantes de la Tabla 18.

**Tabla 18. Diámetros determinantes.**

Tipo de sollicitación	Medios de unión			
	Remache	Tornillo normal calibrado	Tornillo normal bruto	Tornillo alta resistencia en unión antideslizante
Corte	orificio	orificio	fuste	-----
Aplastamiento	orificio	orificio	fuste	fuste
Tracción	orificio	núcleo	núcleo	núcleo

## 8.7. DISPOSICION DE LOS REMACHES Y TORNILLOS

La separación admisible de los centros de los agujeros para remaches y tornillos del borde (separación del borde) y la separación de los agujeros entre sí (separación entre agujeros medida entre centros de agujeros) se tomará de la Tabla 19.

Tabla 19. Distancias al borde y entre sí para remaches y tornillos.

Distancias al borde			
Distancia mínima al borde	1	En dirección de la carga	2 d
	2	Normalmente a la dirección de la carga	1,5 d
Distancia máxima al borde	3(*)	En las dos direcciones	3 d ó 6 t
(*) En barras y perfiles de acero debe tomarse en el borde reforzado 9 t en lugar de 6 t.			
Separación mínima entre agujeros	1	En general	3 d
Separación máxima entre agujeros	2	Remaches y tornillos activos, también para chapas de revestimiento cargadas remachadas y tornillo de acoplamiento en barras comprimidas y refuerzos de alma.	8 d ó 15 t
	3(**)	Remaches y tornillos de acoplamiento en barras traccionadas.	12 d ó 25 t
(**) Estas separaciones entre agujeros son también determinantes para los remaches y tornillos de garganta y cabeza de los cordones de vigas de chapa fuera de las partes de unión y en los remaches y tornillos activos levemente solicitados.			

siendo:

***d*** el diámetro del agujero;

***t*** el espesor del elemento más delgado que integra la unión.

Para los valores dependientes de ***d*** y ***t*** se debe tomar el menor.

Los valores de la Tabla 19 se usan para uniones de tornillos normales o en uniones antideslizantes. En este último caso se adoptan valores mínimos para asegurar la presión uniforme entre los elementos de la unión. En las barras anchas con más de dos hileras de agujeros dispuestas conforme a lo indicado en la Tabla 19 las hileras interiores pueden disponerse con una separación entre agujeros igual al doble.

## 8.8. OTROS RECAUDOS DE LOS MEDIOS DE UNION

**8.8.1.** La longitud del tornillo debe ser tal que asegure que la rosca del mismo quede excluida del agujero, para evitar la disminución de la sección de corte. Cuando sea necesario, el efecto de compresión sobre las chapas que integran la unión será asegurada mediante el empleo de arandelas. Las arandelas deben verificar las condiciones de las normas ***IRAM 5107*** y ***5108***.

Cuando los elementos a unir presenten superficies inclinadas las arandelas serán de forma de cuña y serán colocadas según el caso debajo de la cabeza o la tuerca del tornillo a los efectos de asegurar el efecto de compresión del tornillo sobre las chapas a unir.

**8.8.2.** Cuando las acciones que se ejercen sobre la estructura metálica son dinámicas, en el medio de unión deberá ser considerado el aumento de las sollicitaciones determinadas según artículo 3.1.2.4 por los efectos de fatiga del acero de los remaches y tornillos empleados en la construcción del medio de unión.

Además se debe asegurar el mantenimiento de la posición de las tuercas de los tornillos normales y con ello su eficiencia como medio de unión mediante el empleo de arandelas elásticas que verifiquen la norma ***IRAM 5106***.

El mantenimiento de la fuerza de apretamiento es fundamental en uniones antideslizantes. Cuando la unión se halle sometida a vibraciones se debe evitar el empleo de uniones antideslizantes, si no se está en condiciones de asegurar el mantenimiento de la apretadura en la vida útil de la estructura, según lo indicado en el artículo 11.2.

**8.8.3.** Los medios de unión de los empalmes deben verificar las siguientes condiciones:

- Cada parte de una sección debe unirse con por lo menos **2** remaches o tornillos, con excepción de los reticulados livianos (por ejemplo: mástiles), además barandas y otros elementos estructurales livianos.
- Las partes individuales de una sección deben en lo posible unirse o empalmarse sin la interposición de capas intermedias. En uniones o empalmes indirectos la cantidad de hileras de remaches o tornillos debe elevarse en la cantidad de capas intermedias. Lo mismo rige para los elementos transmisores de fuerzas, cuando los mismos no están sujetos por una hilera de remaches o tornillos cada uno
- Las platabandas de vigas de alma llena deben vincularse entre sí con por lo menos **2** hileras transversales de remaches o tornillos, de las cuales la segunda puede coincidir con el borde teórico de la platabanda.

## CAPITULO 9. APOYOS Y ARTICULACIONES

### 9.1. TENSIONES ADMISIBLES DE APOYOS Y ARTICULACIONES

El cálculo de apoyos y pernos de articulaciones de acero se realizará con las tensiones admisibles establecidas en el artículo 6.2. y en la Tabla 16 del artículo 8.3.1., y las presiones de contacto obtenidas de la Tabla 20, no debiendo superar éstas los valores admisibles establecidos en la misma.

**Tabla 20. Presiones admisibles de contacto**

Tipo de apoyo	Presión de contacto	Valor admisible de presión de contacto
De contacto puntual (Rótula)	Fórmula de Hertz $P_{m\acute{a}x} = 0,62 \sqrt[3]{\frac{P \cdot E^2}{d_a^2}}$	$P_{adm} = \frac{\sigma_F}{0,18 \gamma}$
De contacto lineal (Articulación)	Fórmula de Föppl $P_{m\acute{a}x} = 0,59 \sqrt{\frac{P \cdot E}{d_a}}$	$P_{adm} = \frac{\sigma_F}{0,25 \gamma}$

siendo:

- P** la fuerza a transmitir por el apoyo;
- p** la fuerza distribuida por unidad de longitud de apoyo lineal a transmitir por el apoyo;
- d<sub>a</sub>** el diámetro del apoyo rótula, del apoyo puntual, o del rodillo del apoyo lineal;
- E** el módulo de elasticidad del acero con que se construye la rótula o el rodillo;
- σ<sub>F</sub>** la tensión de fluencia del material de la rótula o del rodillo;
- γ** el coeficiente de seguridad de la estructura obtenido según el Capítulo 4.

Las tensiones admisibles para apoyos construidos con otros materiales distintos al acero (plomo antimoniado, goma, materiales plásticos, mampostería, hormigón armado) deben ser adoptados de reglamentos específicos para tales materiales.

## 9.2. REGLAS PARA EL DISEÑO DE APOYOS

La adaptación y dimensionamiento de apoyos deberá verificar las siguientes condiciones:

- a) La elección del sistema de apoyo depende de la importancia de la estructura, de las acciones que sobre ella se ejerzan y del modelo estructural que se emplea para calcularla. El proyectista deberá adoptar los medios necesarios para asegurar que los apoyos reales cumplan las funciones previstas por los apoyos ideales adoptados en el modelo estructural, fundamentalmente en los casos en que la modificación de las condiciones de apoyo conduzcan a desviaciones de las condiciones de tensión en los elementos estructurales fundamentales de la estructura.
- b) El ancho de las placas de apoyo de los apoyos móviles debe ser determinado para admitir, dentro de la seguridad adoptada para la estructura del deslizamiento provocado por las cargas máximas y las variaciones de temperatura.
- c) En los apoyos por contacto superficial se deben intercalar placas de distribución con dimensiones y características que aseguren la distribución uniforme (discrepancias menores que  $\pm 20\%$ ) de las presiones a transmitir.
- d) Los tornillos de anclaje deben ser distribuidos manteniendo entre ellos y al borde de la base de apoyo distancias adecuadas con el material que constituye la base.
- e) Los apoyos construidos con elastómeros reforzados con planchas metálicas deben seguir las condiciones que establecen los reglamentos especiales para el caso. Su dimensionamiento, superficie y altura del apoyo, deben verificar:
  - La superficie de apoyo debe producir bajo la carga máxima a transmitir tensiones admisibles acordes con los materiales empleados en la confección.

- La superficie de apoyo debe producir bajo la carga de trabajo o servicio a transmitir, deformaciones en dirección normal al apoyo compatibles con el comportamiento supuesto para el vínculo en el cálculo.
- La altura del apoyo debe verificar las siguientes condiciones:

$$u \leq 0,7 h_e$$

$$h \leq 0,2 a$$

siendo:

- $u$**  la máxima variación de distancia entre superficies exteriores del apoyo debido a variaciones térmicas, precompresión, escurrimiento viscoso, fuerzas secundarias, etc;
  - $h_e$**  la altura del elastómero (altura total descontadas partes metálicas);
  - $h$**  la altura total de apoyo;
  - $a$**  la dimensión del apoyo en dirección del eje de la barra apoyada.
- El apoyo debe verificar, dentro de la seguridad adoptada para la estructura, la capacidad para transmisión del esfuerzo horizontal que originan las cargas máximas. La capacidad admisible del apoyo a la transmisión de fuerzas horizontales  **$H_{adm}$**  se debe calcular con la expresión:

$$H_{adm} = \frac{G_e}{\gamma} \cdot \frac{u}{h_e} \cdot A_e$$

siendo:

- $G_e$**  el módulo de elasticidad transversal del elastómero;
- $A_e$**  el área de la superficie del apoyo;
- $\gamma$**  el coeficiente de seguridad de la estructura determinado según el Capítulo 4.





## **CAPITULO 10. EJECUCION DE CONSTRUCCIONES DE ACERO**

### **10.1. GENERALIDADES**

La ejecución de las construcciones de acero debe cumplir con las disposiciones del presente capítulo.

Siempre que no se establezca expresamente lo contrario los recaudos constructivos para estructuras bajo cargas estáticas y dinámicas serán los mismos. Pero, como regla general, las estructuras sometidas a acciones dinámicas son más sensibles a la aparición de fallas por imperfecciones constructivas y ello obliga a extremar los controles de cumplimiento en este caso.

Es fundamental que la confección de los elementos estructurales, barras, medios de unión, apoyos, etc; se realicen respetando estrictamente lo dispuesto en los planos de taller o montaje. Las modificaciones que deban ser introducidas durante la ejecución respecto de las instrucciones surgidas del diseño y cálculo deberán contar con la aprobación del Proyectista Estructural.

El acero debe ser trabajado en frío o a temperatura rojo cereza claro. No se permite el trabajado del material en un estado de temperatura intermedio (rojo azul).

### **10.2. PREPARACION DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES**

**10.2.1.** Se debe proceder a la eliminación de rebabas en los productos laminados con inclusión de las marcas de laminación en relieve cuando estén ubicadas sobre superficies de contacto.

**10.2.2.** La preparación de los elementos estructurales debe ser cuidadosa como para lograr:

- Un montaje no forzado de la estructura metálica que evite las tensiones iniciales de montaje.
- Un ajuste completo de la superficie de contacto que asegure la distribución del esfuerzo transmitido.

**10.2.3.** Se debe evitar la aparición de fisuras u otros daños en la superficie de los elementos por efectos de doblado o achaflanado, mediante la elección de radios de curvatura y de temperaturas de trabajo apropiados.

**10.2.4.** Los cortes de los productos laminados deben estar exentos de defectos gruesos. Cuando la estructura de halle sometida a solicitaciones dinámicas los cortes deben ser repasados mediante el cepillado, fresado, rectificado o limado, de manera que desaparezcan ranuras, fisuras, rebabas y estrías.

Cuando el corte realizado en espesores superiores a **30 mm**, origine el endurecimiento de las zonas vecinas, éstas deben ser eliminadas mecánicamente.

**10.2.5.** Las fisuras, grietas y otros defectos superficiales deben ser eliminados por esmerilado. Sólo que se cuente con expreso consentimiento del Proyectista Estructural, será admitido el llenado de grietas con soldadura, siempre que se proceda al calentamiento previo del elemento.

**10.2.6.** Los defectos interiores (inclusiones, sopladuras) o defectos superficiales mayores deberán ser eliminados con procedimientos aprobados por el Proyectista Estructural o sustituidos los elementos por otros sin defectos.

**10.2.7.** El marcado de los elementos de la estructura debe ser realizado con procedimientos que eviten la modificación de la resistencia a fatiga de los mismos. No es admitido el marcado a cincel.

**10.2.8.** La ejecución debe ser realizada para asegurar la no aparición de fisuras de borde, mediante redondeos de gran radio u otros procedimientos adecuados.

**10.2.9.** Se debe comprobar la correcta terminación de la superficie de contacto en los empalmes de barras a compresión para asegurar la transmisión uniforme del esfuerzo.

**10.2.10.** Los cantos no cubiertos de las chapas de alma en las secciones compuestas deben presentar un ajuste con la superficie de las restantes piezas como para evitar el depósito de agua.

### **10.3 CONFECCION DE UNIONES REMACHADAS Y ATORNILLADAS**

**10.3.1.** Los orificios para remaches y bulones deben ser realizados por taladrado. Cuando el medio de unión se realice con aceros **F-20**, **F-22**, y **F-24** y sea destinado a estructuras bajo cargas estáticas, los elementos a unir presenten espesores no mayores de **10 mm** y el diámetro de los orificios sea mayor que  $\frac{3}{2}$  del espesor de los elementos, se puede emplear el punzonado, siempre que se utilicen herramientas que aseguren una forma circular lisa para la pared del orificio, su perpendicularidad con las superficies de la chapa o perfil y la no producción de fisuras.

En todos los casos se deben eliminar las rebabas formadas en los bordes de los orificios antes del montaje.

**10.3.2.** El encuentro de orificios en el montaje debe ser realizado por escariado sin mandrilado de los mismos.

**10.3.3.** La ejecución de remachadura debe verificar las siguientes condiciones:

- Los remaches deben ser hincados bajo contraestampado a la temperatura rojo cereza claro con eliminación previa de la cascarilla.
- Deben ser descartados los remaches quemados.
- Los remaches, una vez recalcados deben llenar completamente el orificio.
- Las cabezas de los remaches deben estar centradas respecto del eje de la espiga y deben apoyar perfectamente sobre la superficie de los elementos a unir.
- La cabeza de cierre debe quedar totalmente recalcada sin que presente huellas de estampación, fisuras ni escoriaciones.
- Se deben eliminar las rebabas que se originen por recalcado.

**10.3.4.** En filas largas de remaches la ejecución debe comenzar en la mitad de la fila. En filas paralelas el remachado debe avanzar simultáneamente en todas las filas.

**10.3.5.** Toda unión que presente complicaciones de ejecución, por ejemplo uniones de varias piezas, deben ser realizadas en el taller. Sólo en casos excepcionales de imposibilidad con aprobación del Proyectista Estructural y bajo supervisión del Director de Obra pueden ser realizadas en obra.

**10.3.6.** Sólo es permitido el calafateado de juntas y remaches en piezas que deban cumplir condiciones de estanqueidad a líquidos o gases.

**10.3.7.** La verificación de remaches recalcados se debe realizar sobre asiento fijo.

**10.3.8.** Durante la ejecución de uniones con tornillos normales deben ser controlados:

- El diámetro de orificios cuando se proyecte el empleo de tornillos calibrados.
- Las dimensiones de los tornillos a emplear.
- La colocación de las arandelas proyectadas.

El cambio de longitud de tornillos, por razones de existencia, debe ser tal que la rosca no se halle incluida en el orificio y que su ajuste no exija el empleo de más de tres arandelas.

**10.3.9.** En los medios de unión antideslizantes con tornillos de alta resistencia se deben verificar los siguientes recaudos constructivos:

**10.3.9.1.** Tratamiento de las superficies.

Previo al montaje, la superficie de rozamiento en la zona de contacto deben ser limpiadas y decapadas a los efectos de asegurar el rozamiento. La limpieza y decapado inicial puede ser realizada por:

- Soplete con un exceso de oxígeno del **30%** y una velocidad de avance de **1 m/mín.**
- Sopleteado con arena de cuarzo de granulometría fina (diámetro **0,5 a 1 mm**).

Antes de proceder a la ensambladura se debe proceder a la limpieza final de hollín, cascarilla, herrumbre, polvo, aceite y pintura, mediante cepillo de alambre blando, aplicación de solventes, etc. El montaje debe ser realizado antes de 5 horas de haber realizado la limpieza final o, en caso contrario, proceder a proteger las superficies de los agentes exteriores mediante envolturas con papeles impermeables o plásticos y selladores adhesivos hasta el montaje.

**10.3.9.2.** Apretado de las tuercas.

El apretado de las tuercas en las uniones antideslizantes deberá verificar las siguientes condiciones:

- Debe ser realizado con llaves adecuadas para obtener controladamente el esfuerzo de compresión  $N_c$ , o lo que es equivalente, el par torsor  $M_a$  que, para cada diámetro de tornillo se indica en la Tabla 17 con una discrepancia admisible de  $\pm 10\%$ . Cuando la precisión de la llave empleada sea superior al **3%** e inferior al **10%** del esfuerzo de compresión o del par torsor a aplicar, se deben elevar los valores teóricos de la Tabla 17 en un **10%**.
- El orden del apretado será el siguiente: en la primera fase de la operación llevar el apretado de todos los tornillos de la unión al **60%** de su valor final. En una segunda fase llevar el apretado al valor final.
- El tensado inicial de los tornillos debe ser controlado mediante el siguiente procedimiento a aplicar sobre por lo menos el **5%** de la totalidad de tornillos de la unión y no menos de uno.
  - a) Marcar la posición de la tuerca apretada o usar herramienta especial de control.
  - b) Aflojar la tuerca **60°** ( $\frac{1}{6}$  de vuelta) desde su posición de apretado. Ello requerirá un par torsor de **0,75 a 0,80** del valor  $M_a$  y de signo contrario.

- c) Volver la tuerca a la posición marcada y verificar que el par torsor alcanzado sea igual o superior a  $M_a$ .

Cuando la verificación es positiva en toda la muestra, la unión será aprobada; en caso de resultado negativo para un tornillo, repetir el procedimiento en 2 tornillos más y si verifican, la unión debe ser aprobada. En caso contrario debe ser totalmente repasado el apretado.

## 10.4. MONTAJE

El montaje y sus etapas previas deben cumplir las condiciones indicadas en los siguientes artículos.

**10.4.1.** Adoptar los recaudos para que los elementos estructurales no se vean sometidos a solicitaciones o deformaciones excesivas durante la carga, descarga, transporte, almacenamiento y montaje.

**10.4.2.** Antes del montaje, se deben presentar los elementos que componen la estructura y verificar que ésta adopta satisfactoriamente la forma prevista en el proyecto.

**10.4.3.** Se deben disponer las uniones de montaje y los dispositivos auxiliares que sean necesarios para asegurar la estabilidad y resistencia de la estructura bajo solicitaciones de montaje y sólo deberán ser retirados cuando se haya asegurado que la capacidad portante de la estructura torna innecesarios los elementos auxiliares de montaje. A tales efectos, los dispositivos auxiliares, como andamios, deben ser calculados.

**10.4.4.** Sólo se debe encarar el remachado de la estructura cuando ésta se halle totalmente presentada, nivelada y asegurada con pernos y tornillos auxiliares. Se puede prescindir de este requisito en obra cuando la estructura ha sido presentada en taller.

**10.4.5.** Las piezas de apoyo móvil deben ser presentadas y montadas de manera que bajo condiciones de carga de trabajo o servicio y bajo la temperatura media anual de la zona de la construcción el apoyo resulte centrado.

**10.4.6.** Rellenar con mortero de cemento el espacio entre placas de asiento y bases de sustentación.

**10.4.7.** Las uniones realizadas serán accesibles para la recepción final de obra. Para aquellas uniones que no cumplan la condición anterior se debe prever un orden de montaje que permita su recepción provisoria antes que se tornen inaccesibles.

## 10.5. PROTECCION DE ESTRUCTURAS DE ACERO

Las estructuras de acero deben verificar condiciones especiales de protección contra la corrosión y contra el fuego, que se detallan en los artículos 10.5.1. y 10.5.2.

### 10.5.1. Protección contra la corrosión

La protección contra la corrosión debe ser encarada mediante el cumplimiento de reglas sobre preparación de la base, materiales de recubrimiento y ejecución del recubrimiento.

#### 10.5.1.1. Preparación de la base

La limpieza de la estructura de acero antes de aplicar el material de recubrimiento debe verificar las siguientes condiciones que aseguran la no existencia de polvo, hollín y óxido:

- a) Eliminar la cascarilla y óxido por medios manuales, mecánicos, neumáticos o térmicos que aseguren la limpieza sin daño de los elementos estructurales mediante el uso de:
  - Martillos, desincrustantes, espátulas, cepillos de alambre.
  - Martillos de impacto o rotativos, cepillo o rasquetas mecánicas.
  - Sopleteado con arena de cuarzo de granulometría fina.
  - Sopleteado con granalla de acero de dureza conveniente.
  - Sopleteado con llama de oxidación y avance adecuados para no modificar las condiciones del material.
- b) Eliminar los restos de la operación anterior por cepillado.
- c) La limpieza se considera asegurada, en condiciones normales, durante el lapso de doce horas a partir de su realización.

#### 10.5.1.2. Recubrimiento

El fabricante de las pinturas para recubrimiento debe garantizar sus propiedades antióxicas. El uso de aditivos para mejorar la trabajabilidad o la velocidad de secado es permitido en tanto el fabricante asegure que no modifican las propiedades del recubrimiento.

La ejecución de trabajos de pintura debe ser realizada en tiempo seco, con temperaturas superiores a **5°C** e inferiores a **50°C** y con condiciones ambientales exentas de polvo o gases corrosivos. Con la aparición de condiciones meteorológicas (lluvia, niebla, rocío, temperaturas fuera del intervalo anterior) o artificiales (polvo de obra, gases de fábrica, etc.) que se aparten de la norma anterior se deben suspender los trabajos de pintura hasta el retorno de las condiciones favorables.

El número de capas de pintura a aplicar será de por lo menos **3**, con un espesor total, igual o superior a **120  $\mu\text{m}$   $\pm$  20  $\mu\text{m}$** . Es conveniente el empleo de colores diferentes para cada capa a los efectos de facilitar la inspección de los trabajos. La aplicación de una capa debe ser realizada después de una verificación del secado de la capa anteriormente aplicada y dentro del lapso que asegure la adherencia de la nueva capa a la anterior.

La primer capa será de imprimación (pintura de buenas condiciones de adherencia al acero y baja resistencia a agentes climáticos) aplicada a pincel u otros medios que aseguren la adherencia. El lapso para aplicar las capas siguientes no debe ser superior a 3 meses. Pasado ese lapso la capa imprimación debe ser eliminada y aplicada nuevamente.

El control de obra debe verificar el cumplimiento de las condiciones anteriores, con especial énfasis en:

- Ángulos entrantes y salientes, remaches y cantos.
- Uniones antideslizantes que deben ser masilladas o saturadas de imprimación en juntas, tornillos y todo elemento de la unión que pueda permitir el acceso del agua en las superficies de contacto. El uso del plomo como relleno de juntas anchas debe ser dispuesto por el Director de Obra.  
Las capas posteriores a la imprimación pueden ser aplicadas a pincel, pistolas neumáticas o por inmersión.

El empleo de materiales de relleno que puedan atacar al acero, requieren en las zonas de contacto protecciones especiales acordes con el material de relleno. Igual temperamento se debe adoptar en zonas de contacto con medios agresivos (suelos, carbón, etc.)

La existencia de solicitaciones térmicas o mecánicas extraordinarias o, de condiciones ambientales artificiales o naturales altamente corrosivas requiere el empleo de medios especiales de recubrimiento que no son previstos por este Reglamento y que deben ser convenidos por el Proyectista Estructural y el Propietario según las disposiciones que se hallen en vigor en el momento de la contratación.

## 10.5.2. Protección contra el fuego <sup>(1)</sup>

### 10.5.2.1. Carga de fuego

La carga de fuego  $q$  es la cantidad de leña expresada en kN por metro cuadrado de superficie del sector de incendio (local, piso, planta o edificio) capaz de desarrollar una cantidad de calor equivalente a la de los materiales que se prevé serán incorporados o almacenados en el mismo.

Se debe considerar sector de incendio o unidad de referencia a la menor unidad aislada por tabiques o entrepisos anti-incendio cuyos espesores cumplen con lo especificado en la Tabla 28 o con los recubrimientos mínimos de la Tabla 29 para entrepisos de acero, para el cual existan los medios de escape correspondientes. Así se debe considerar como unidad el local cuando existen tabiques anti-incendio; cuando no existen tabiques que verifiquen las condiciones establecidas, se deben considerar pisos o plantas, siempre que los entrepisos cumplan con los espesores especificados en la Tabla 28 o con los recubrimientos mínimos de la Tabla 29 para entrepisos de acero; cuando los entrepisos no verifiquen estas condiciones se debe considerar como unidad el edificio total.

La determinación de la carga de fuego se debe realizar aplicando la expresión:

$$q = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} G_i H_i}{1850 \cdot 10^6 A_L}$$

siendo:

$G_i$	el peso en <b>kN</b> del elemento combustible genérico que se prevé en el local (volumen genérico en el caso de gases);
$H_i$	el poder calórico superior ( <b>J/kN</b> ) del combustible genérico $i$ . Corresponde al que desarrolla el combustible en horno. En las Tablas 21 y 22 se dan algunos valores para combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Para gases se expresa en <b>J/m<sup>3</sup></b> ;
$1850 \cdot 10^6$ ( <b>J/kN</b> )	el poder calórico superior de la leña;
$A_L$	el área de la proyección horizontal del local, piso, planta o edificio en <b>m<sup>2</sup></b> .

<sup>(1)</sup> Las disposiciones de este Reglamento se deben cumplir en concurrencia con lo exigido en el Decreto 351/79 - Capítulo 18 y Anexo VII.



**Tabla 21. Poder calórico superior  $H$  de combustibles sólidos y líquidos.**

Material	H ( $10^6$ J/kN)	Material	H ( $10^6$ J/kN)
Alcohol	2230 a 2950	Maderas secas:	
Antracita	3150 a 3580	de esencia fuerte	1550 a 1680
Benceno - Benzol	4030	de esencia débil	1180 a 1260
Bencina	4750	Nafta	4630
Carbón de coque	2520 a 3030	Paja	1550
Gas oil - Fuel oil	4200	Papel	1680
Goma	3500 a 4420	Petróleo	4200 a 4540
Grasa animal	3150 a 4000	Plásticos	1680 a 4200
Hulla	2520 a 3360	Telas	1680 a 2100
Lana	1680	Turba	1260
Leña	1850		
1 kN = 100 kgf 1 J = 0,239 cal			

**Tabla 22. Poder calórico superior  $H$  de combustibles gaseosos a presión normal (101,3 kPa = 1013 mb) y a 0°C de temperatura.**

Material	H ( $10^6$ J/kN)
Propano	9130
Butano	11860
Gas Natural	2100
1 kN = 100 kgf 1 J = 0,239 cal	

**10.5.2.2. Resistencia al fuego del sector de incendio**

La resistencia al fuego del sector de incendio es el tiempo, expresado en minutos, durante el cual la estructura, con las protecciones que fija este Reglamento, mantiene sus condiciones de resistencia a partir del instante de iniciación del incendio.

La resistencia al fuego del sector de incendio depende del destino del edificio, del riesgo de incendio del material incorporado o almacenado, de la situación, de las condiciones de previsión, extinción y escape del sector y de la carga de fuego.

El destino del edificio se debe clasificar según lo indicado en la Tabla 5 del Capítulo 4 de este Reglamento.

El riesgo de incendio de los materiales incorporados o almacenados en el sector debe ser clasificado según los casos que presenta la Tabla 23.

**Tabla 23. Clasificación de los materiales según el riesgo de incendio (²)**

Clase	Nominación de la clase	Ejemplos
I	Explosivos	Pólvoras, nitroderivados, ésteres nítricos
II	Inflamables	Alcohol, éter, nafta, bencol, acetona, kerosene, aguarrás
III	Muy combustibles	Hidrocarburos pesados, madera, papel, tejidos de algodón
IV	Combustibles	Cueros, lanas, madera y tejidos tratados con retardadores
V	Poco combustibles	Celulosas artificiales
VI	Incombustibles	Metales, morteros, hormigones, ladrillos, cerámicos
VII	Refractarios	Ladrillos y morteros refractarios

Las condiciones de situación se deben clasificar según lo especificado en la Tabla 24.

**Tabla 24. Clases de situación.**

Situación	Descripción
S1	Edificios en zonas urbanas o que no verifiquen las condiciones S2
S2	Edificios en zonas no urbanas con separación mayor de 25 metros respecto de otros edificios

Las condiciones de extinción y escape del sector de incendio se obtienen por aplicación de la Tabla 25. Para ser incluido en una clase, el sector de incendio debe cumplir con ambas condiciones de la misma.

(²) Decreto 351/79 - Anexo VII

**Tabla 25. Condiciones de extinción y escape.**

Clase	Medios de aviso y extinción	Medios de escape
P1	Avisadores automáticos Rociadores hidratantes Agua a presión	Abundantes y bien distribuidos (*)
P2	Extintores manuales Fuente de agua a menos de 25 metros	Abundantes y mal distribuidos o los estrictamente necesarios y bien distribuidos (*)
P3	Extintores manuales	Estrictamente necesarios y mal distribuidos (*)
(*) Respecto de las condiciones que establece el Decreto 351/79 - Anexo VII		

El riesgo del sector de incendio se debe determinar según lo especificado en la Tabla 26 y la resistencia al fuego requerida para el sector por lo especificado en la Tabla 27.

#### **10.5.2.3. La protección de los elementos resistentes**

El espesor del recubrimiento de protección de los elementos resistentes es función de la resistencia al fuego del sector de incendio, determinado según lo especificado en el artículo 10.5.2.2., y de los materiales a emplear según los valores que se presentan en las Tablas 28, 29 y 30.

Las estructuras de edificios o sectores con resistencia al fuego menor que **15** no deben ser protegidas.

En las vigas y columnas se debe asegurar la permanencia de la protección mediante el uso de metal desplegado anudado en los empalmes y el estriado de alambres, ambos a colocar en forma externa a la protección y debajo del enlucido. Los cantos deben ser protegidos cuando se encuentren al alcance de golpes.

#### **10.5.2.4. Declaración de la carga de incendio prevista**

En la Documentación Técnica Final (artículo 1.3.7.2., inciso e) deberá constar la carga de incendio prevista para los locales, pisos o el edificio.

#### **10.5.2.5. Recaudos especiales para cajas de ascensores, montacargas y escaleras**

Las cajas de ascensores, montacargas y escaleras, cuando no sean externas y aisladas del edificio y éste tenga asignado un destino clase **A** ó **B** (capítulo 4), deben tener las paredes construidas en hormigón armado.

En edificios de más de **30** metros de altura o de clase **120** a **180** (artículo 10.5.2.2.) el espesor de las paredes de hormigón armado debe ser como mínimo de **20 cm** y por lo menos los recintos de un ascensor o un montacargas y de la escalera deben ser estancos a la penetración del humo.

**Tabla 26. Riesgos de incendio de los sectores.**

Destino	Situación	Condiciones de propag., extinción y escape	Riesgo del material						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
A	S1	P1	NP	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		P2	NP	R1	R2	R3	R4	R5	R6
		P3	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP
	S2	P1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	----
		P2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		P3	NP	NP	R1	R2	R3	R4	R5
B	S1	P1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	----
		P2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
		P3	NP	NP	R1	R2	R3	R4	R5
	S2	P1	R3	R4	R5	R6	R7	----	----
		P2	R2	R3	R4	R5	R6	R7	----
		P3	NP	R1	R2	R3	R4	R5	R6
C	S1	P1	R3	R4	R5	R6	R7	----	----
		P2	R2	R3	R4	R5	R6	R7	----
		P3	NP	R1	R2	R3	R4	R5	R6
	S2	P1	R4	R5	R6	R7	----	----	----
		P2	R3	R4	R5	R6	R7	----	----
		P3	R2	R3	R4	R5	R6	R7	----
NP : no permitido									
---- : sin riesgo apreciable de incendio									

**Tabla 27. Resistencia al fuego requerida para los sectores de incendio, expresada en minutos**

Carga de fuego del sector (kN/m <sup>2</sup> )	Riesgo de incendio del sector						
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
$q \leq 0,15$	90	60	30	15	----	----	----
$0,15 < q \leq 0,30$	120	90	60	30	15	----	----
$0,30 < q \leq 0,60$	180	120	90	60	30	15	----
$0,60 < q \leq 1,00$	180	180	120	90	60	30	15
$1,00 < q$	180	180	180	120	90	60	30
---- : No se requiere resistencia al fuego para la estructura							

**Tabla 28. Tabiques y losas anti-incendio.**

Tipo de pared o losa	Espesores mínimos (cm) con revoque para las siguientes resistencias al fuego					
	15	30	60	90	120	180
Ladrillo común revoque común	6	15	15	30	30	30
Ladrillo común <sup>(1)</sup> revoque aislante	6	6	15	15	30	30
Ladrillo hueco revoque común	6	10	20	30	30	30
Ladrillo hueco revoque aislante	6	6	10	10	14	20
Hormigón común	8	8	10	10	12	16
Hormigones livianos (con aislantes tipo perlita, escoria o similar)	8	8	8	8	10	10
(1) El revoque aislante se supone realizado con morteros con base de yeso, vermiculita, perlita o similares.						

**Tabla 29. Entrepiso de acero.**

Tipo de revestimiento	Espesor mínimo (cm) a aplicar como pavimento o cielorraso aislante por encima y debajo de las estructuras de entrepiso para las siguientes resistencias al fuego					
	15	30	60	90	120	180
Mortero común	0	2	3,3	4,5	----	----
Mortero aislante	0	1	2,5	3,0	3,7	4,5

Tabla 30. Vigas y columna.

Tipo de recubrimiento	Espesor mínimo (cm) del revestimiento a aplicar en vigas y columnas para las siguientes resistencias al fuego					
	15	30	60	90	120	180
Revoque de mortero de cemento o cemento y cal o cal y yeso	0	2,0	3,3	4,5	5,8	
Revoque de vermiculita (1) y yeso (4)	0	1,8	2,5	3,3	3,8	5,3
Vermiculita (1) cemento (4)	0	1,3	2,3	3,0	3,8	4,8
Perlita (1) yeso (2)	0	1,3	2,0	3,0	3,8	5,8
Capa de amianto sobre metal desplegable o sobre acero	0	0,5	1,8	2,8	4,0	6,8
Placas de yeso	0	0,8	3,0	5,0	7,3	8,0
Placas de fibra de amianto	0	1,5	2,5	3,0	4,0	5,0
Hormigón común	0	1,5	3,0	3,5	4,5	6,0
Nota : Los números entre paréntesis indican proporciones de los integrantes del mortero						

## **CAPITULO 11. CONSERVACION DE ESTRUCTURAS DE ACERO**

### **11.1. GENERALIDADES**

Las medidas de conservación tienen por objeto preservar durante la vida útil de la estructura, las condiciones de seguridad previstas durante su proyecto y construcción. Para ello es necesario inspeccionar periódicamente las estructuras para verificar el mantenimiento de:

- Las condiciones previstas para los medios de unión.
- Los medios de protección contra corrosión de los elementos estructurales.
- Las condiciones de sobrecarga y otras acciones previstas en el cálculo para el destino inicial de la construcción de acero.
- El estado de los apoyos.
- Las cargas de incendio, los factores que determinan el coeficiente de reducción y los medios de protección contra el fuego.

La periodicidad de controles que se fijan en este Reglamento son para edificios con acceso restringido y debe ser aumentada en edificios de acceso masivo y puede ser disminuida en casos de edificios de baja ocupación o depósitos.

### **11.2. VERIFICACION Y CONSERVACION DE LOS MEDIOS DE UNION**

Para uniones remachadas de tornillos normales y antideslizantes de estructuras sometidas a acciones estáticas es suficiente una inspección visual cada 5 años. Para uniones realizadas con tornillos normales y antideslizantes de estructuras sometidas a acciones dinámicas es necesario verificar periódicamente el apretado de los tornillos; el lapso entre inspección e inspección depende de las características dinámicas de las acciones y no debe ser superior en ningún caso a los 3 años.

### **11.3. CONTROL DE LA PROTECCION CONTRA LA CORROSION**

Se debe inspeccionar visualmente la estructura a los efectos de verificar la aparición de grietas, ampollados o deterioro de las capas de recubrimiento u oxidación por puntos o zonas en los elementos de la estructura. Cuando sea necesario se procederá a desprender de zonas elegidas de la estructura, la capa de recubrimiento para verificar el estado de oxidación de la estructura.

Determinadas las zonas deterioradas del recubrimiento se procederá a su eliminación por los medios de limpieza indicados en el artículo 10.5.1.1. y a la aplicación del recubrimiento según las reglas del artículo 10.5.1.2.

La periodicidad de las inspecciones depende de las condiciones ambientales a que se halle sometida la estructura y el lapso entre ellas no debe ser superior a **3 años**.

#### 11.4. CONDICIONES DE SOBRECARGA Y OTRAS ACCIONES

Se debe verificar el mantenimiento de las condiciones de sobrecarga y otras acciones sobre la estructura.

Los lapsos entre inspecciones son los que se fijan a continuación:

Edificios públicos:	5 años
Edificios privados:	10 años
Edificios industriales y depósitos	3 años

La inspección de sobrecargas es obligatoria, al margen de los lapsos establecidos, cuando se procede a un cambio de destino del edificio que sustenta la estructura.

#### 11.5. ESTADO DE LOS APOYOS

Se debe verificar el estado de los apoyos de la estructura para asegurar el mantenimiento de las condiciones cinemáticas y estáticas previstas en el cálculo.

Este recaudo es fundamental cuando se emplean apoyos con variaciones temporales de sus características y propiedades, como planchas de elastómeros o elementos de distribución de presiones de origen orgánico. El lapso máximo entre inspecciones no debe ser superior a **5 años**.

#### 11.6. CONTROL DE LOS MEDIOS DE PROTECCION CONTRA EL FUEGO

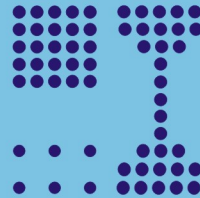
Se debe verificar que las condiciones de uso y de los locales son las previstas en la determinación de la carga de incendio y del coeficiente de reducción, así como el estado de los recubrimientos de protección contra el fuego, especialmente:

- a) la aparición de grietas en los recubrimientos;
- b) el desprendimiento de los recubrimientos por choque, golpes u otras causas.



En todos los casos se debe proceder a la reparación de los recubrimientos deteriorados. El lapso entre inspecciones no debe ser superior a **5 años**.





**Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales  
de Seguridad para las Obras Civiles del Sistema INTI**