

**ESPECIFICACIÓN  
PARA EL DISEÑO DE  
MIEMBROS  
ESTRUCTURALES DE  
ACERO CONFORMADO  
EN FRÍO**

**EDICIÓN 1996**

**Manual para el Diseño de Acero Conformado en Frío -  
Parte V**



**American Iron and Steel Institute  
1101 17th Street, NW  
Washington, DC 20036-4700**

El material contenido en la presente ha sido desarrollado por el Comité del *American Iron and Steel Institute* sobre Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío. El Comité se ha esforzado para presentar información precisa, confiable y útil relacionada con el diseño de acero conformado en frío. El comité reconoce y agradece las contribuciones de los incontables investigadores, ingenieros y otros profesionales que contribuyeron al cuerpo de conocimientos sobre la materia. En el *Comentario* sobre la *Especificación* se incluyen referencias específicas.

Con los adelantos que se esperan en la comprensión del comportamiento del acero conformado en frío y el continuo desarrollo de nuevas tecnologías, es posible que este material eventualmente quede desactualizado. Se anticipa que AISI publicará actualizaciones de este material tan pronto como haya nueva información disponible, pero esto no lo podemos garantizar.

Los materiales presentados en la presente son exclusivamente a título informativo. No deben reemplazar los consejos de un profesional competente. La aplicación de esta información a un proyecto específicos debe ser revisada por un ingeniero matriculado. De hecho, en la mayoría de las jurisdicciones esta revisión es exigida por ley. Cualquier persona que haga uso de la información contenida en la presente lo hace bajo su propio riesgo y asume cualquier responsabilidad o responsabilidades que surjan de dicho uso.

Ira Impresión - Junio de 1997

Copyright American Iron and Steel Institute 1997

## PREFACIO

Esta Edición de la *Especificación AISI para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío* presenta un tratamiento integrado de dos métodos de diseño, el Diseño por Tensiones Admisibles (ASD) y el Diseño por Factores de Carga y Resistencia (LRFD). Como se discute en la Sección titulada Alcance, ambos métodos son igualmente aceptables. De este modo esta edición de la *Especificación* combina y reemplaza las versiones anteriores que trataban a los dos métodos de diseño de forma independiente. Desde la primera *Especificación* adoptada en 1946, ésta ha evolucionado a través de numerosas ediciones. Por lo tanto, la *Especificación* de 1996 representa cincuenta años de progreso en la aplicación estructural formal del acero conformado en frío.

La *Especificación* presenta procedimientos bien definidos para el cálculo de miembros portantes de acero conformado en frío utilizados para la construcción de edificios, así como para otras aplicaciones siempre que se tomen en cuenta adecuadamente los efectos dinámicos. Los requisitos reflejan los resultados de las continuas investigaciones para desarrollar información nueva y mejorada sobre el comportamiento estructural de los miembros de acero conformado en frío. La amplia aceptación de la *Especificación* es evidencia del éxito de estos esfuerzos.

El Comité AISI sobre Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío ha desarrollado y revisado los requisitos. Este Comité es un grupo de consenso con un equilibrio entre sus miembros, los cuales incluyen representantes de los productores, fabricantes, usuarios, docentes, investigadores y códigos de construcción. Está compuesto por ingenieros con una amplia gama de experiencias y con un alto nivel de reconocimiento profesional, tanto de todos los rincones de los Estados Unidos de América como de otros países. AISI agradece la dedicación de los miembros del Comité y sus Subcomités. A continuación de este Prefacio se listan los miembros actuales.

Los cambios introducidos en esta edición de la *Especificación* incluyen:

- Ancho efectivo (B4.2):
  - Nueva ecuación para determinar  $k$
- Miembros flexados, resistencia al pandeo lateral (C3.1.2):
  - Las ecuaciones para calcular el momento crítico que anteriormente sólo se aplicaban para perfiles doble T y Z flexados respecto al eje  $x$  ahora se aplican a secciones con simetría simple, doble y puntual
  - Nueva ecuación para  $C_b$
- Vigas con un ala sujeta a un sistema de cubierta con juntas de plegado saliente (C3.1.4):
  - Nuevo método para determinar la capacidad flexional de un sistema de cubierta con juntas de plegado saliente
- Miembros flexionados, resistencia a la abolladura del alma (C3.4):
  - Aumento del 30 por ciento en la capacidad para reacción en los extremos de un perfil Z abulonado al apoyo de extremo y que satisface otros criterios
- Miembros flexionados, combinación de flexión y abolladura del alma (C3.5):
  - Agregado de requisitos específicos para perfiles Z anidados sobre un apoyo
- Miembros comprimidos cargados de forma concéntrica (C4):
  - Nuevas ecuaciones para las columnas, que también se aplican para los miembros cilíndricos (C6.2)
  - Eliminación de la ecuación adicional para perfiles C y Z y secciones de un solo ángulo con alas no rigidizadas

- Combinación de carga axial y flexión (C5):
  - Nuevos requisitos para la combinación de tracción axial y flexión
- Arriostramiento lateral, vigas de perfiles C y Z, ninguna de las alas conectadas al revestimiento (D3.2.2):
  - Eliminación del requisito para arriostramiento en los puntos correspondientes a los cuartos y al centro de la longitud cargada
- Montantes y conjuntos de montantes que integran un tabique (D4):
  - Nuevos requisitos para calcular el área efectiva de los montantes con perforaciones no circulares en el alma
  - Tabla revisada para determinar la rigidez al corte del revestimiento
- Construcción de diafragmas (D5)
  - Nueva tabla de factores de seguridad (ASD) y factores de resistencia (LRFD) para diafragmas
- Puntos de soldadura por arco traccionadas (E2.2):
  - Nuevos requisitos para los puntos de soldadura por arco
- Uniones atornilladas (E4):
  - Nueva sección sobre uniones atornilladas, incluyendo corte y tracción

Se agradece el esfuerzo del personal de Computerized Structural Design, S.C., Milwaukee, Wisconsin, quienes coordinaron y procesaron los cambios introducidos en los requisitos.

El desarrollo y la publicación de la *Especificación* es auspiciado por el Comité AISI sobre el Mercado de la Construcción.

Desde ya agradecemos a los usuarios que nos envíen sus sugerencias y comentarios a fin de poder mejorar.

*American Iron and Steel Institute*  
Junio, 1997

## Comité AISI sobre Especificaciones para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío y sus Subcomités

R.L. Brockenbrough, <i>Presidente</i>	J.W. Larson, <i>Vicepresidente</i>	D.F. Boring, <i>Secretario</i>	R.E. Albrecht
S.J. Bianculli	R. Bjorhovde	R.E. Brown	C.R. Clauer
J.K. Crews	D.A. Cuoco	E.R. diGirolamo	D.S. Ellifritt
S.J. Errera	E.R. Estes, Jr.	J.M. Fisher	S.R. Fox
T.V. Galambos	M. Golovin	W.B. Hall	G.J. Hancock
A.J. Harrold	R.B. Haws	N. Iwankiw	D.L. Johnson
T.J. Jones	R.A. LaBoube	R.R. McCluer	W.R. Midgley
J.A. Moses	T.M. Murray	G.G. Nichols	J.N. Nunnery
T.B. Pekoz	C.W. Pinkham	G.S. Ralph	R.M. Schuster
P.A. Seaburg	W.L. Shoemaker	M.A. Thimons	W.W. Yu

### Subcomité 3 - Uniones

M. Golovin, <i>Presidente</i>	A.J. Harrold, <i>Co-Presidente</i>	R.E. Albrecht	R. Bjorhovde
E.R. diGirolamo	D.S. Ellifritt	E.R. Estes, Jr.	W.B. Hall
M.A. Huizinga	D.L. Jonson	W.E. Kile	R.A. LaBoube
L.D. Luttrell	J.N. Nunnery	T.B. Pekoz	C.W. Pinkham
V.E. Sagan	W.L. Shoemaker	T. Sputo	S. Walker
W.W. Yu			

### Subcomité 4 - Estudio de Montantes; Elementos Perforados

E.R. Estes, <i>Presidente</i>	C.R. Clauer	E.R. diGirolamo	W.T. Guier
L. Hernandez	M.C. Kerner	J.M. Klaiman	R.A. LaBoube
R.L. Madsen	J.P. Matsen	W.R. Midgley	T.H. Miller
T.B. Pekoz	C.W. Pinkham	G.S. Ralph	V.E. Sagan
R.J. Schrader	R.M. Schuster	T.W. Trestain	S. Walker
R. Zadeh			

### Subcomité 6 - Procedimientos de Ensayo

S.R. Fox, <i>Presidente</i>	R.E. Brown	D.S. Ellifritt	S.J. Errera
E.R. Estes, Jr.	M. Golovin	W.B. Hall	M.A. Huizinga
D.L. Jonson	W.E. Kile	R.A. LaBoube	L.D. Luttrell
W.R. Midgley	T.M. Murray	T.B. Pekoz	C.W. Pinkham
R.M. Schuster	T.S. Tarpy	W.W. Yu	

### Subcomité 7 - Editorial

C.W. Pinkham, <i>Presidente</i>	C.R. Clauer	D.A. Cuoco	J.M. Fisher
T.B. Pekoz	P.A. Seaburg		

### Subcomité 10 - Comportamiento de los Elementos

D.L. Johnson, <i>Presidente</i>	R.E. Albrecht	M. Golovin	G.J. Hancock
A.J. Harrold	R.E. Kile	M.R. Loseke	W.R. Midgley
T.H. Miller	T.M. Murray	J.N. Nunnery	T.B. Pekoz
C.W. Pinkham	W.L. Shoemaker	T.W. Trestain	

**Subcomité 21 - Planeamiento Estratégico e Investigación**

J.W. Larson, <i>Presidente</i>	S.J. Bianculli	R.L. Brockenbrough	J.K. Crews
E.R. Estes, Jr.	J.M. Fisher	S.R. Fox	M. Golovin
D.L. Johnson	A. LaBoube	J. Mattingly	J.N. Nunnery
R.M. Schuster	P.. Seaburg	W.L. Shoemaker	M.A. Thimons

**Subcomité 22 - Miembros Comprimidos**

J.K. Crews, <i>Presidente</i>	R. Bjorhovde	D.S. Ellifritt	S.J. Errera
M. Golovin	G.J. Hancock	A.J. Harrold	N. Iwankiw
D.L. Johnson	M.C. Kerner	M.R. Loseke	T.H. Miller
J.N. Nunnery	T.B. Pekoz	R.M. Schuster	D.R. Sherman
T. Sputo	W. Trestain	W.W. Yu	

**Subcomité 24 - Miembros Flexados**

J.N. Nunnery, <i>Presidente</i>	R.E. Albrecht	R.E. Brown	C.R. Clauer
D.S. Ellifritt	S.J. Errera	J.M. Fisher	T.V. Galambos
M. Golovin	G.J. Hancock	A.J. Harrold	D.L. Johnson
W.E. Kile	R.. LaBoube	M.R. Loseke	R.L. Madsen
T.H. Miller	T.M. Murray	T.B. Pekoz	R.M. Schuster
P.A. Seaburg	W.L. Shoemaker	T. Sputo	T.W. Trestain
W.W. Yu			

**Subcomité 26 - Manual de Diseño**

P.A. Seaburg, <i>Presidente</i>	R.E. Brown	C.R. Clauer	J.K. Crews
D.A. Cuoco	E.R. diGirolamo	E.R. Estes, Jr.	J.M. Fisher
R.S. Glauz	M. Golovin	R.B. Haws	R.E. Hodges, Jr.
M.W. Johanningsmeier	D.L. Johnson	R.A. LaBoube	J.W. Larson
M.R. Loseke	W.R. Midgley	T.M. Murray	J.N. Nunnery
R.M. Schuster	W.W. Yu		

**Subcomité 30 - Educación**

R.A. LaBoube, <i>Presidente</i>	R. Bjorhovde	C.R. Clauer	J.K. Crews
E.R. diGirolamo	S.J. Errera	S.R. Fox	G.J. Hancock
L. Hernandez	A.L. Johnson	M.C. Kerner	J.M. Klaiman
J.W. Larson	J. Mattingly	C.W. Pinkham	G.S. Ralph
R.M. Schuster	W.W. Yu		

**Subcomité 31 - Requisitos Generales**

J.M. Fisher, <i>Presidente</i>	R. Bjorhovde	J.K. Crews	D.A. Cuoco
E.R. Estes, Jr.	W.B. Hall	D.L. Johnson	M.C. Kerner
J.W. Larson	R.L. Madsen	W.R. Midgley	J.A. Moses
C.W. Pinkham	G.S. Ralph	R.M. Schuster	W.W. Yu
R. Zadeh			

**Subcomité 90 - Comité Ejecutivo**

R.L. Brockenbrough, <i>Presidente</i>	S.J. Errera	J.M. Fisher	D.L. Johnson
J.W. Larson			

## PERSONAL

R.E. Albrecht	Robertson UDI
S.J. Bianculli	US Steel Group. USX Corporation
R. BJORHOVDE	University of Pittsburgh
D.F. Boring	American Iron and Steel Institute
R.L. Brockenbrough	R.L. Brockenbrough and Associates. Inc.
R.E. Brown	Wheeling Corrugating Company
C.R. Clauer	Clauer Associates
J.K. Crews	Unarco Material Handling
D.A. Cuoco	LZA Technology
E.R. diGirolamo	The Steel Network
D.S. Ellifritt	University of Florida
S.J. Errera	Consultant
E.R. Estes. Jr.	National Association of Arch. Metal Mfrs.
J.M. Fisher	Computerized Structural Design. Inc.
S.R. Fox	Canadian Sheet Steel Building Institute
T.V. Galambos	University of Minnesota
R.S. Glauz	The Marley Cooling Tower Company
M. Golovin	Ceco Building Systems
W.T. Guiher	William Guiher. P.E.
W.B. Hall	University of Illinois
G.J. Hancock	The University of Sydney
A.J. Harrold	Butler Manufacturing Company
R.B. Haws	American Building Company
L. Hernandez	Western Metal Lath
R.E. Hodges. Jr.	Varco-Pruden Buildings
M.A. Huizinga	FABRAL
N. Iwankiw	American Institute of Steel Construction
M.W. Johanningsmeier	Vulcraft
A.L. Johnson	Niobrara Engineering & Research Company
D.L. Johnson	Consultant
T.J. Jones	Thomas J. Jones. PE
M.C. Kerner	Marino Ware Industries
W.E. Kile	Structuneering Inc.
J.M. Klaiman	Dale Industries. Inc.
R.A. LaBoube	University of Missouri-Rolla
J.W. Larson	Bethlehem Steel Corporation
M.R. Loseke	Loseke Technologies. Inc.
L.D. Luttrell	West Virginia University
R.L. Madsen	Devco Engineering Inc.
J.P. Matsen	Matsen Ford Design Associates. Inc.
J. Mattingly	Nicholas J. Bouras
R.R. McCluer	Building Officials & Code Administrators. International
W.R. Midgley	Midgley. Clauer and Associates
T.H. Miller	Oregon State University
J.A. Moses	Unistrut Corporation
T.M. Murray	Virginia Polytechnic Institute
G.G. Nichols	SBCCI – Public Safety Testing and Evaluation Services. Inc.
J.N. Nunnery	Varco-Pruden Buildings

T. B. Pekoz	Cornell University
C.W. Pinkham	S. B. Barnes Associates
G.S. Ralph	Dietrich Industries. Inc.
V.E. Sagan	Simpson Gumpertz & Heger
R.J. Schrader	Metal Design Services
R.M. Schuster	University of Waterloo
P.A. Seaburg	University of Nebraska
D.R. Sherman	University of Wisconsin – Milwaukee
W.L. Shoemaker	Metal Building Manufacturers' Association
T. Sputo	Sputo Engineering
T.S. Tarpy	S.D. Lindsay and Associates
M.A. Thimons	National Steel Corporation
T.W. Trestain	T.W.J. Trestain Structural Engineering
S. Walker	Steve Walker. P.E.
W.W. Yu	University of Missouri-Rolla
R. Zadeh	Unimast Incorporated



# TABLA DE CONTENIDOS

## ESPECIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE MIEMBROS ESTRUCTURALES DE ACERO CONFORMADO EN FRÍO EDICIÓN 1996

<b>PREFACIO</b> .....	3
<b>SÍMBOLOS Y DEFINICIONES</b> .....	13
<b>A. REQUISITOS GENERALES</b> .....	26
A1 Límites de aplicación y terminología .....	26
A1.1 Alcance y límites de aplicación.....	26
A1.2 Terminología .....	26
A1.3 Unidades de los símbolos y términos .....	28
A2 Geometrías y formas constructivas no abarcadas por la <i>Especificación</i> .....	28
A3 Material .....	28
A3.1 Aceros aplicables .....	28
A3.2 Otros aceros.....	29
A3.3 Ductilidad.....	29
A3.4 Espesor mínimo entregado .....	30
A4 Cargas.....	30
A4.1 Cargas nominales .....	30
A4.2 Estancamiento .....	31
A5 Diseño por tensiones admisibles .....	31
A5.1 Fundamentos del diseño.....	31
A5.1.1 Requisitos de resistencia para ASD .....	31
A5.1.2 Combinaciones de cargas.....	32
A5.1.3 Cargas de viento o cargas sísmicas .....	32
A5.1.4 Otras cargas.....	32
A6 Diseño por factores de carga y resistencia.....	32
A6.1 Fundamentos del diseño.....	32
A6.1.1 Requisitos de resistencia para LRFD.....	32
A6.1.2 Factores de carga y combinaciones de cargas.....	33
A6.1.3 Otras cargas.....	33
A7 Límite de fluencia e incremento de la resistencia debido a la conformación en frío .....	34
A7.1 Límite de fluencia .....	34
A7.2 Incremento de la resistencia debido a la conformación en frío .....	34
A8 Serviciabilidad .....	35
A9 Documentos de referencia.....	35
<b>B. ELEMENTOS</b> .....	38
B1 Limitaciones y consideraciones sobre las dimensiones .....	38
B1.1 Consideraciones sobre la relación entre el ancho plano de las alas y su espesor.....	38
B1.2 Máxima relación entre la profundidad del alma y su espesor .....	39
B2 Anchos efectivos de los elementos rigidizados.....	40
B2.1 Elementos rigidizados uniformemente comprimidos .....	40
B2.2 Elementos rigidizados uniformemente comprimidos con perforaciones circulares ...	42
B2.3 Almas y elementos rigidizados con gradiente de tensiones.....	42
B3 Anchos efectivos de los elementos no rigidizados.....	44

B3.1	Elementos no rigidizados uniformemente comprimidos .....	44
B3.2	Elementos no rigidizados y rigidizadores de borde con gradiente de tensiones.....	44
B4	Anchos efectivos de los elementos con un rigidizador intermedio o un rigidizador de borde .....	44
B4.1	Elementos uniformemente comprimidos con rigidizador intermedio.....	45
B4.2	Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde.....	46
B5	Anchos efectivos de elementos rigidizados en sus bordes con rigidizadores intermedios o elementos rigidizados con más de un rigidizador intermedio .....	46
B6	Rigidizadores.....	48
B6.1	Rigidizadores transversales.....	48
B6.2	Rigidizadores de corte.....	49
B6.3	Rigidizadores que no satisfacen los requisitos.....	50
<b>C.</b>	<b>MIEMBROS</b> .....	<b>51</b>
C1	Propiedades de las secciones.....	51
C2	Miembros traccionados .....	51
C3	Miembros flexionados.....	51
C3.1	Resistencia para la flexión exclusivamente.....	51
C3.1.1	Resistencia nominal de la sección.....	51
C3.1.2	Resistencia al pandeo lateral .....	53
C3.1.3	Vigas con un ala unida al tablero o revestimiento mediante sujetadores pasantes .....	55
C3.1.4	Vigas con un ala sujeta a un sistema de cubierta con juntas de plegado saliente .....	56
C3.2	Resistencia para corte exclusivamente .....	57
C3.3	Resistencia para flexión y corte.....	58
C3.3.1	Método ASD .....	58
C3.3.2	Método LRFD .....	58
C3.4	Resistencia a la abolladura del alma.....	59
C3.5	Resistencia a la combinación de flexión y abolladura del alma .....	62
C3.5.1	Método ASD .....	62
C3.5.2	Método LRFD .....	63
C4	Miembros comprimidos con carga concéntrica .....	65
C4.1	Secciones no sometidas a pandeo torsional ni a pandeo flexional .....	65
C4.2	Secciones con simetría doble o simetría simple sometidas a pandeo torsional o a pandeo flexional torsional .....	66
C4.3	Secciones no simétricas .....	66
C4.4	Miembros comprimidos que tienen un ala unida al tablero o revestimiento mediante sujetadores pasantes .....	66
C5	Combinación de carga axial y flexión.....	68
C5.1	Combinación de tracción axial y flexión .....	68
C5.1.1	Método ASD.....	68
C5.1.2	Método LRFD .....	69
C5.2	Combinación de compresión axial y flexión .....	69
C5.2.1	Método ASD.....	69
C5.2.2	Método LRFD .....	71
C6	Miembros cilíndricos tubulares.....	72
C6.1	Flexión .....	72
C6.2	Compresión .....	73
C6.3	Combinación de flexión y compresión .....	73
<b>D.</b>	<b>CONJUNTOS ESTRUCTURALES</b> .....	<b>74</b>
D1	Secciones armadas .....	74

D1.1 Secciones compuestas por dos perfiles C .....	74
D1.2 Separación de las conexiones en elementos comprimidos .....	75
D2 Sistemas mixtos.....	75
D3 Arriostramiento lateral.....	76
D3.1 Vigas y columnas simétricas.....	76
D3.2 Perfiles C y Z utilizados como vigas .....	76
D3.2.1 Anclaje del arriostramiento para cubiertas sometidas a cargas gravitatorias que poseen el ala superior conectada al revestimiento .....	76
D3.2.2 Ninguna de las alas conectadas al revestimiento .....	78
D3.3 Vigas tipo cajón sin arriostramiento lateral.....	79
D4 Montantes y conjuntos de montantes que integran un tabique .....	79
D4.1 Montantes de tabiques comprimidos .....	80
D4.2 Montantes de tabiques flexados.....	83
D4.3 Montantes de tabiques sometidos a carga axial y flexión.....	83
D5 Construcción de diafragmas de acero para losas, cubiertas o tabiques .....	83
<b>E. UNIONES Y CONEXIONES .....</b>	<b>85</b>
E1 Requisitos generales.....	85
E2 Uniones soldadas.....	85
E2.1 Soldaduras de ranura en uniones a tope.....	85
E2.2 Puntos de soldadura por arco.....	86
E2.2.1 Corte .....	87
E2.2.2 Tracción.....	90
E2.3 Cordones de soldadura por arco .....	90
E2.4 Soldaduras de filete .....	92
E2.5 Soldaduras de ranura biselada .....	93
E2.6 Soldaduras de resistencia.....	95
E3 Uniones abulonadas .....	96
E3.1 Corte, separación y distancia a los bordes.....	97
E3.2 Tracción en cada una de las partes conectadas.....	98
E3.3 Apoyos.....	99
E3.4 Corte y tracción en los bulones.....	100
E4 Uniones atornilladas.....	103
E4.1 Separación mínima .....	104
E4.2 Distancias mínimas a los bordes y a los extremos.....	104
E4.3 Corte .....	104
E4.3.1 Conexiones sometidas a corte .....	104
E4.3.2 Tornillos sometidos a cortes.....	104
E4.4 Tracción .....	105
E4.4.1 Arrancamiento .....	105
E4.4.2 Aplastamiento.....	105
E4.4.3 Tornillos traccionados.....	105
E5 Falla por corte .....	105
E6 Conexiones a otros materiales .....	106
E6.1 Apoyos.....	106
E6.2 Tracción .....	106
E6.3 Corte .....	106
<b>F. ENSAYOS PARA CASOS ESPECIALES .....</b>	<b>107</b>
F1 Ensayos para determinar el comportamiento estructural .....	107
F1.1 Diseño por factores de carga y resistencia.....	107
F1.2 Diseño por tensiones admisibles.....	110
F2 Ensayos para confirmar el comportamiento estructural.....	111

F3	Ensayos para determinar las propiedades mecánicas.....	111
F3.1	Sección completa.....	111
F3.2	Elementos planos de secciones formadas.....	112
F3.3	Acero virgen.....	112