PUBLICACIONES

MANUALES SOBRE LA CONSTRUCCIÓN CON ACERO

ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN

VALORES ESTÁTICOS

ESTRUCTURAS ELEMENTALES



TOMO 2

TABLA DE CONVERSION

Para convertir	En	Se multiplica por
Acre	Pie cuadrado	43 560,00
Acre	Metro cuadrado	4 047,00
Acre	Milla cuadrada	$1{,}562 \times 10^{-3}$
Acre	Yarda cuadrada	4 840,00
Acre-pie	Pie cúbico	43 560,00
Acre-pie	Galón	$3{,}259 \times 10^{5}$
Area	Yarda cuadrada	119,60
Area	Acre	0,02471
Area	Metro cuadrado	100,00
Atmósfera	Tonelada/pulgada^2	0,007348
Atmósfera	cm de mercurio	76,00
Atmósfera	Pie de agua (a 4° C)	33,90
Atmósfera	Pulgada Hg (a 0° C)	29,92
Atmósfera	kg/cm^2	1,0333
Atmósfera	kg/m^2	10,332
Atmósfera	Libra/pulgada^2	14,70
Atmósfera	Tonelada/pie^2	1,058
Bar	Atmósfera	0,9869
Bar	Dina/centímetro^2	10^{6}
Bar	kg/m^2	$1{,}020 \times 10^{4}$
Bar	Libra/pie^2	2 089
Bar	Libra/pulgada^2	14,50
Barril (U. S. Liam.)	Galón	31,5
Barril (aceite)	Galón (aceite)	42,0
B. T. U.	Litro-atmósfera	10,409
B. T. U.	Ergio	$1{,}0550 \times 10^{10}$
B. T. U.	Pie-libra	778,3
B. T. U.	Gramo-caloría	252,0
B. T. U.	CV-hora	$3{,}931 \times 10^{-4}$
B. T. U.	Julio	1 054,8
B. T. U.	Kilogramo · caloría	0,2520
B. T. U.	Kilogramo · metro	107,5
B. T. U.	Kilovatio · hora	$2{,}928 \times 10^{-4}$
B. T. U./hora	Pie-libra/segundo	0,2162
B. T. U./hora	Gramo-caloría/seg	0,0700
B. T. U./hora	CV-hora	$3{,}929 \times 10^{-4}$
B. T. U./hora	Vatio	0,2931
B. T. U./minuto	Pie-libra/seg	12,96
B. T. U./minuto	Caballo vapor	0,02356
B. T. U./minuto	Kilovatio	0,01757
B. T. U./minuto	Vatio	17,57
B. T. U./pie^2 min	Vatio/pulgada^2	0,1221
Caballo vapor	B. T. U./minuto	42,44
Caballo vapor	Pie-libra/minuto	33 000,00
Caballo vapor	Pie-libra/segundo	550,00
Caballo vapor	Kilovatio	0,7457
Caballo vapor	Vatio	745,70
CV-hora	Ergio	$2{,}6845 \times 10^{13}$
CV-hora	Pie-libra	$1{,}98 \times 10^{6}$
CV-hora	Julio	$2{,}684 \times 10^{6}$
CV-hora	Kilocaloría	641,10
CV-hora	Kilogramo · metro	$2{,}737 \times 10^{5}$
CV-hora	Kilovatio · hora	0,7457
Centígrado	Fahrenheit	(°C × 9/5) + 32
Centigramo	Gramo	0,01

Para convertir	En	Se multiplica por
Centilitro	Pulgada cúbica	0,6103
Centilitro	Litro	0,01
Centímetro	Pie	$3{,}281 \times 10^{-2}$
Centímetro	Pulgada	0,3937
Centímetro	Kilómetro	10^{-5}
Centímetro	Metro	0,01
Centímetro	Milla	$6{,}214 \times 10^{-6}$
Centímetro	Yarda	$1{,}094 \times 10^{-2}$
Centímetro^2	Pie cuadrado	$1{,}076 \times 10^{-3}$
Centímetro^2	Pulgada cuadrada	0,1550
Centímetro^2	Yarda cuadrada	$1{,}196 \times 10^{-4}$
Centímetro cúbico	Pie cúbico	$3{,}531 \times 10^{-5}$
Centímetro cúbico	Pulgada cúbica	0,06102
Centímetro cúbico	Yarda cúbica	$1{,}308 \times 10^{-6}$
Centímetro cúbico	Galones (U. S. Liq.)	$2{,}642 \times 10^{-4}$
Centímetro cúbico	Litro	0,001
Centímetro cúbico	Pinta (U. S. Liq.)	$2{,}113 \times 10^{-3}$
cm de mercurio	Atmósfera	0,01316
cm de mercurio	Pie de agua	0,4461
cm de mercurio	kg/m^2	136,00
cm de mercurio	Libra/pie^2	27,85
cm de mercurio	Libra/pulgada^2	0,1934
Centímetro-dina	Centímetro · gramo	$1{,}020 \times 10^{-3}$
Centímetro-dina	Metro · kilogramo	$1{,}020 \times 10^{-8}$
Centímetro-dina	Libra · pie	$7{,}376 \times 10^{-8}$
Centímetro-gramo	Centímetro · dina	980,70
Centímetro-gramo	Metro · kilogramo	10^{-5}
Centímetro-gramo	Libra · pie	$7{,}233 \times 10^{-5}$
cm/segundo	Pie/minuto	1,1969
cm/segundo	Pie/segundo	0,03281
cm/segundo	Kilómetro/hora	0,036
cm/segundo	Nudo	0,1943
cm/segundo	Metro/minuto	0,6
cm/segundo	Milla/hora	0,02237
cm/segundo	Milla/minuto	$3{,}728 \times 10^{-4}$
Centímetro/seg^2	Pie/seg^2	0,03281
Centímetro/seg^2	Km/hora/seg	0,036
Centímetro/seg^2	Metro/segundo^2	0,01
Centímetro/seg^2	Milla/hora/seg	0,02237
Circunferencia	Radián	6,283
Cuadrante	Grado	90,0
Cuadrante	Minuto	5 400,0
Cuadrante	Radián	1,571
Cuadrante	Segundo	$3{,}24 \times 10^{5}$
Día	Segundo	86 400,0
Dina/cm^2	Atmósfera	$9{,}869 \times 10^{-7}$
Dina/cm^2	Pulgada Hg a 0° C)	$2{,}953 \times 10^{-5}$
Dina/cm^2	Pulgada agua (a 4° C)	$4{,}015 \times 10^{-4}$
Dina	Gramo	$1{,}020 \times 10^{-3}$
Dina	Julio/centímetro	10^{-7}
Dina	Julio/m (Newton)	10^{-5}
Dina	Kilogramo	$1{,}020 \times 10^{-6}$
Dina	Libra	$2{,}248 \times 10^{-6}$
Dina/cm^2	Bar	10^{-6}
Ergio	B. T. U.	$9{,}480 \times 10^{-11}$
Ergio	Dina · centímero	1,0

Para convertir	En	Se multiplica por
Ergio	Pie · libra	$7{,}367 \times 10^{-8}$
Ergio	Gramo · centímetro	$1{,}020 \times 10^{-3}$
Ergio	Caballo vapor-hora	$3{,}7250 \times 10^{-14}$
Ergio	Julio	10^{-7}
Ergio	Kilocaloría	$2{,}389 \times 10^{-11}$
Ergio	km · m	$1{,}020 \times 10^{-8}$
Ergio	Kilovatio-hora	$0{,}2778 \times 10^{-13}$
Ergio	Vatio · hora	$0{,}2778 \times 10^{-10}$
Ergio/segundo	B. T. U./minuto	$5\,688 \times 10^{-9}$
Ergio/segundo	Libra · pie/minuto	$4{,}427 \times 10^{-6}$
Ergio/segundo	Libra · pie/segundo	$7{,}3756 \times 10^{-8}$
Ergio/segundo	Caballo vapor	$1{,}341 \times 10^{-10}$
Ergio/segundo	Kilocaloría/minuto	$1{,}433 \times 10^{-9}$
Ergio/segundo	Kilovatio	10^{-10}
Fathom	Metro	1,828804
Fathom	Pie	6,0
Galón	Centímetro cúbico	3 785,0
Galón	Pie cúbico	0,1337
Galón	Pulgada cúbica	231,0
Galón	Metro cúbico	$3{,}785 \times 10^{-3}$
Galón	Yarda cúbica	$4{,}951 \times 10^{-3}$
Galón	Litro	3,785
Galón inglés	Galón (U. S.)	1,20095
Galón (U. S.)	Galón inglés	0,83267
Galón de agua	Libra de agua	8,3453
Galón/minuto	Pie cúbico/segundo	$2{,}228 \times 10^{-3}$
Galón/minuto	Litro/segundo	0,06308
Galón/minuto	Pie cúbico/hora	8,0208
Grado (ángulo)	Cuadrante	0,01111
Grado (ángulo)	Radián	0,01745
Grado (ángulo)	Segundo	3 600,0
Gramo	Dina	980,7
Gramo	Onza (AVDP)	0,03527
Gramo	Libra	$2{,}205 \times 10^{-3}$
Hectárea	Acre	2,471
Hectárea	Pie cuadrado	$1{,}076 \times 10^{5}$
Hora	Día	$4{,}167 \times 10^{-2}$
Hora	Semana	$5{,}952 \times 10^{-3}$
Julio	B. T. U.	$9{,}480 \times 10^{-4}$
Julio	Ergio	10^{7}
Julio	Pie · libra	0,7376
Julio	Kilocaloría	$2{,}389 \times 10^{-4}$
Julio	Kilogramo · metro	0,1020
Julio/centímetro	Gramo	$1{,}020 \times 10^{4}$
Julio/centímetro	Dina	10^{7}
Julio/centímetro	Libra	22,48
Kilogramo	Dina	980 665
Kilogramo	Julio/centímetro	0,09807
Kilogramo	Julio/m (Newton)	9,807
Kilogramo	Libra	2,205
Kilogramo	Tonelada (larga)	$9{,}842 \times 10^{-4}$
Kilogramo	Tonelada (corta)	$1{,}102 \times 10^{-3}$
kg/cm^2	Atmósfera	0,9678
kg/cm^2	Pie de agua	32,81
kg/cm^2	Pulgada de Hg	28,96
kg/cm^2	Libra/pulgada^2	14,22
Kilogramo/metro	Libra/pie	0,6720
Kilogramo · metro	B. T. U.	$9{,}294 \times 10^{-3}$
Kilogramo · metro	Ergio	$9{,}804 \times 10^{7}$
Kilogramo · metro	Libra-pie	7,233
Kilogramo · metro	Julio	9,804
Kilogramo · metro	Kilovatio-hora	$2{,}723 \times 10^{-6}$
kg/m^2	Atmósfera	$9{,}678 \times 10^{-5}$
kg/m^2	Bar	$98{,}07 \times 10^{-6}$
kg/m^2	Pie de agua	$3{,}281 \times 10^{-3}$
kg/m^2	Pulgada de Hg	$2{,}896 \times 10^{-3}$
kg/m^2	Libra/pie^2	0,2048
kg/m^2	Libra/pulgada^2	$1{,}422 \times 10^{-3}$
kg/m^3	Gramo/cm^3	0,001
kg/m^3	Libra/pie^3	0,06243
kg/m^3	Libra/pulgada^3	$3{,}613 \times 10^{-5}$
kg/mm^2	Kilogramo/m^2	10^{6}
Kilómetro	Pie	3 281,0
Kilómetro	Pulgada	$3{,}937 \times 10^{4}$
Kilómetro	Metro	1 000,0
Kilómetro	Milla	0,6214
Kilómetro	Yarda	1 094,0
Kilómetro^2	Acre	247,1
Kilómetro/hora	cm/segundo	27,78
Kilómetro/hora	Pie/minuto	54,68
Kilómetro/hora	Pie/segundo	0,9113
Kilómetro/hora	Nudo	0,5396
Kilómetro/hora	Metro/minuto	16,67
Kilómetro/hora	Milla/hora	0,6214
Kilovatio	B. T. U./minuto	56,92
Kilovatio	Libra · pie/minuto	$4{,}426 \times 10^{4}$
Kilovatio	Libra · pie/segundo	737,6
Kilovatio	Caballo vapor	1,341
Kilovatio-hora	B. T. U.	3 413,0
Kilovatio-hora	Ergio	$3{,}600 \times 10^{13}$
Kilovatio-hora	Libra · pie	$2{,}655 \times 10^{6}$
Kilovatio-hora	Julio	$3{,}6 \times 10^{6}$
Kilovatio-hora	Kilogramo · metro	$3{,}671 \times 10^{5}$
Kips	Libra	1 000,0
Libra	Dina	$44{,}4823 \times 10^{4}$
Libra	Julio/centímetro	0,04448
Libra	Julio/m (Newton)	4,448
Libra	Kilogramo	0,4536
Libra/pie	Kilogramo/metro	1,488
Libra/pie^2	Atmósfera	$4{,}725 \times 10^{-4}$
Libra/pie^2	Pie de agua	0,01602
Libra/pie^2	Libra/pulgada^2	$6{,}944 \times 10^{-3}$
Libra/pie^3 cúbico	Gramo/centímetro^3	0,01602
Libra/pie cúbico	Kilogramo/metro^3	16,02
Libra/pie cúbico	Libra/pulgada^3	$5{,}787 \times 10^{-4}$
Libra-pie	Dina · centímetro	$1{,}356 \times 10^{7}$
Libra-pie	Gramos · centímetro	13 825,0
Libra-pie	Kilogramo · metro	0,1383

(Continúa en las guardas finales)

ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACION

VALORES ESTATICOS

ESTRUCTURAS ELEMENTALES

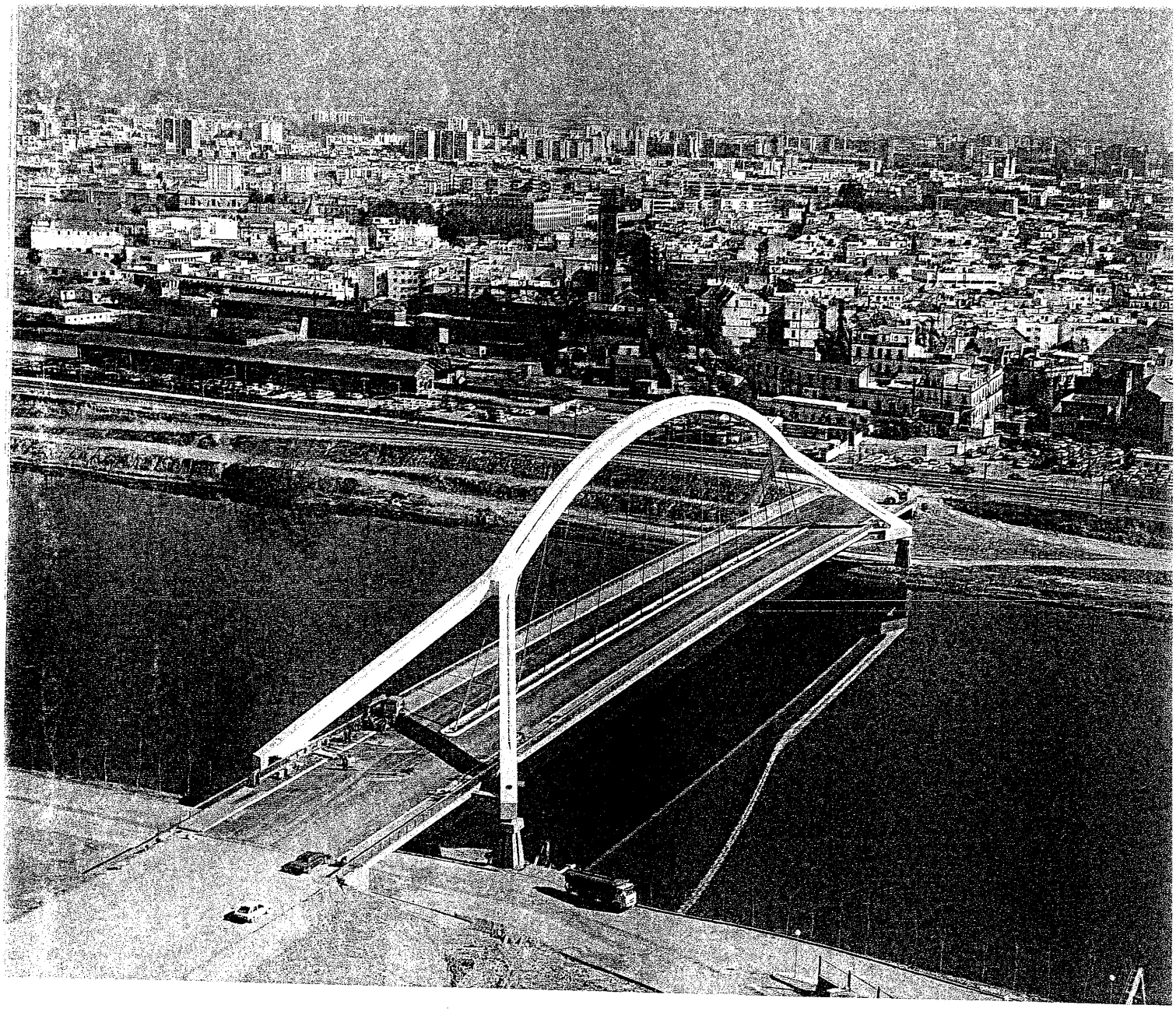
primera edición: diciembre 1967/250
segunda edición: mayo 1969/5.000
tercera edición: diciembre 1969/5.000
cuarta edición: mayo 1975/7.000
quita edición: octubre 1978/5.000
sexta edición: septiembre 1982/7.000
séptima edición: septiembre 1990/5.000

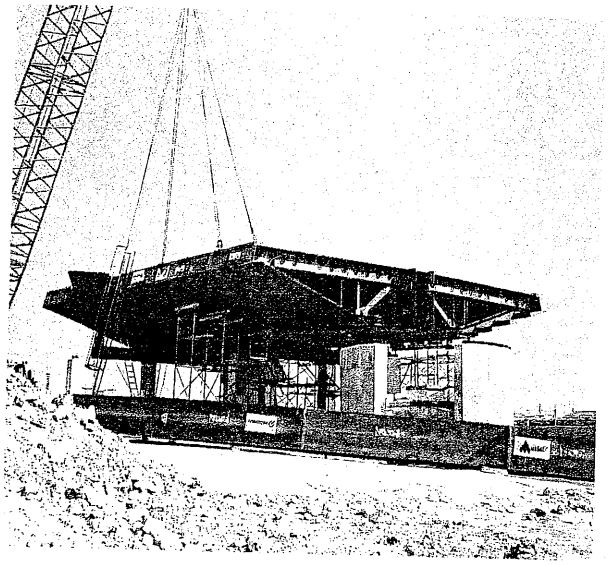
© Empresa Nacional Siderúrgica, S. A.
Plaza América, 10
33005-OVIEDO (Asturias)
Oficina en Madrid:
C/ Velázquez, 134 bis
28006-MADRID
Derechos reservados. Prohibida la reproducción
total o parcial sin los permisos correspondientes

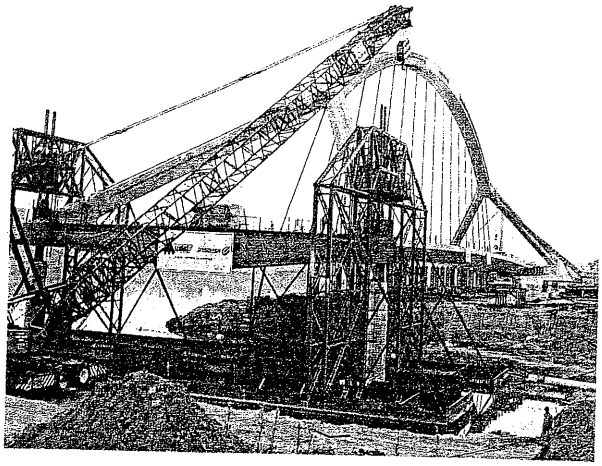
I.S.B.N.: 84-87405-05-3 tomo 2
Depósito Legal: M. 27.222-1990
Impresión: Mateu Cromo, S. A. Ctra. Pinto a Fuenlabrada, s/n.
PINTO (Madrid)



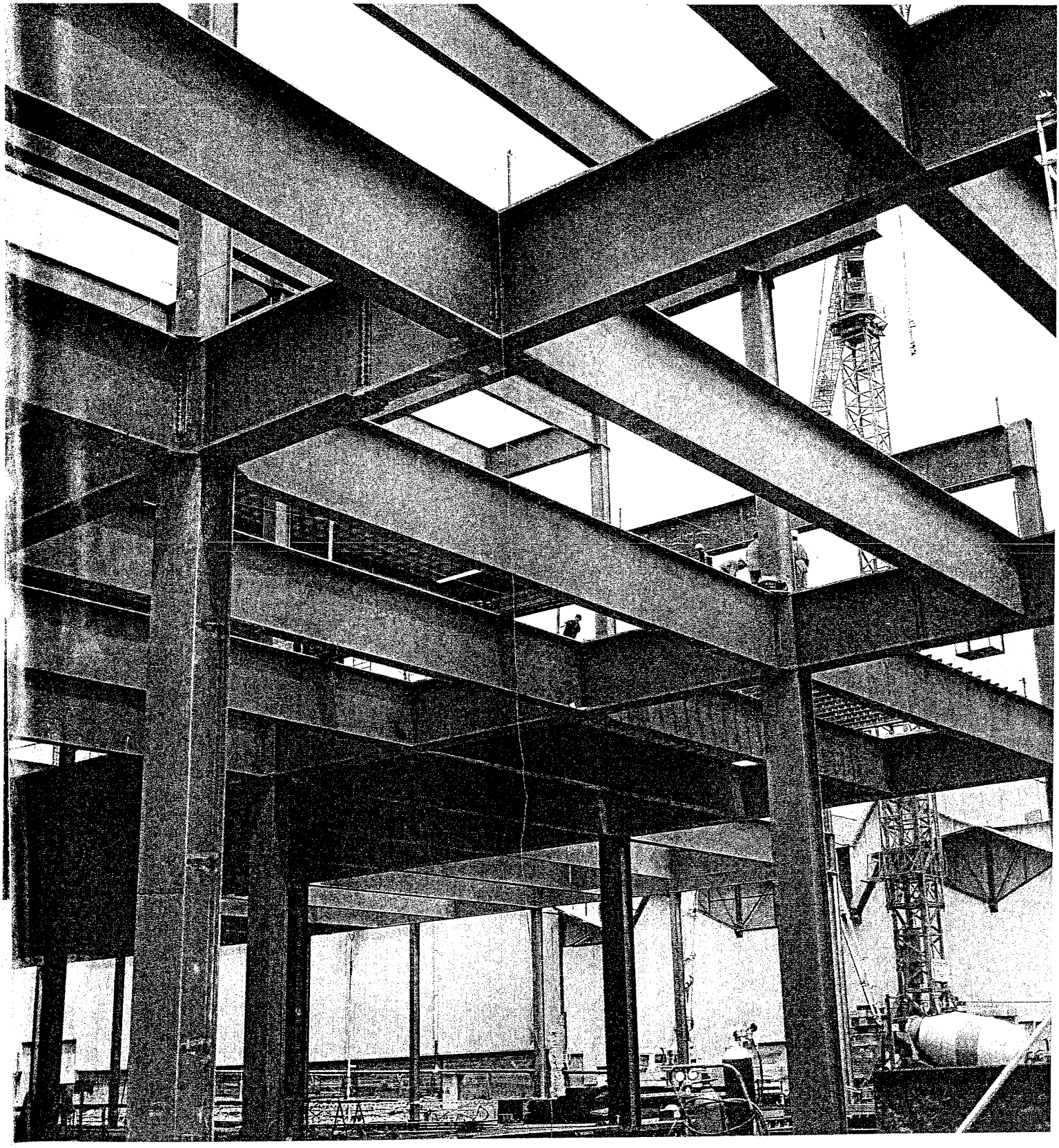
TORRE PICASSO. MADRID.
10.000 Tm. de productos siderúrgicos suministrados por Ensidesa.



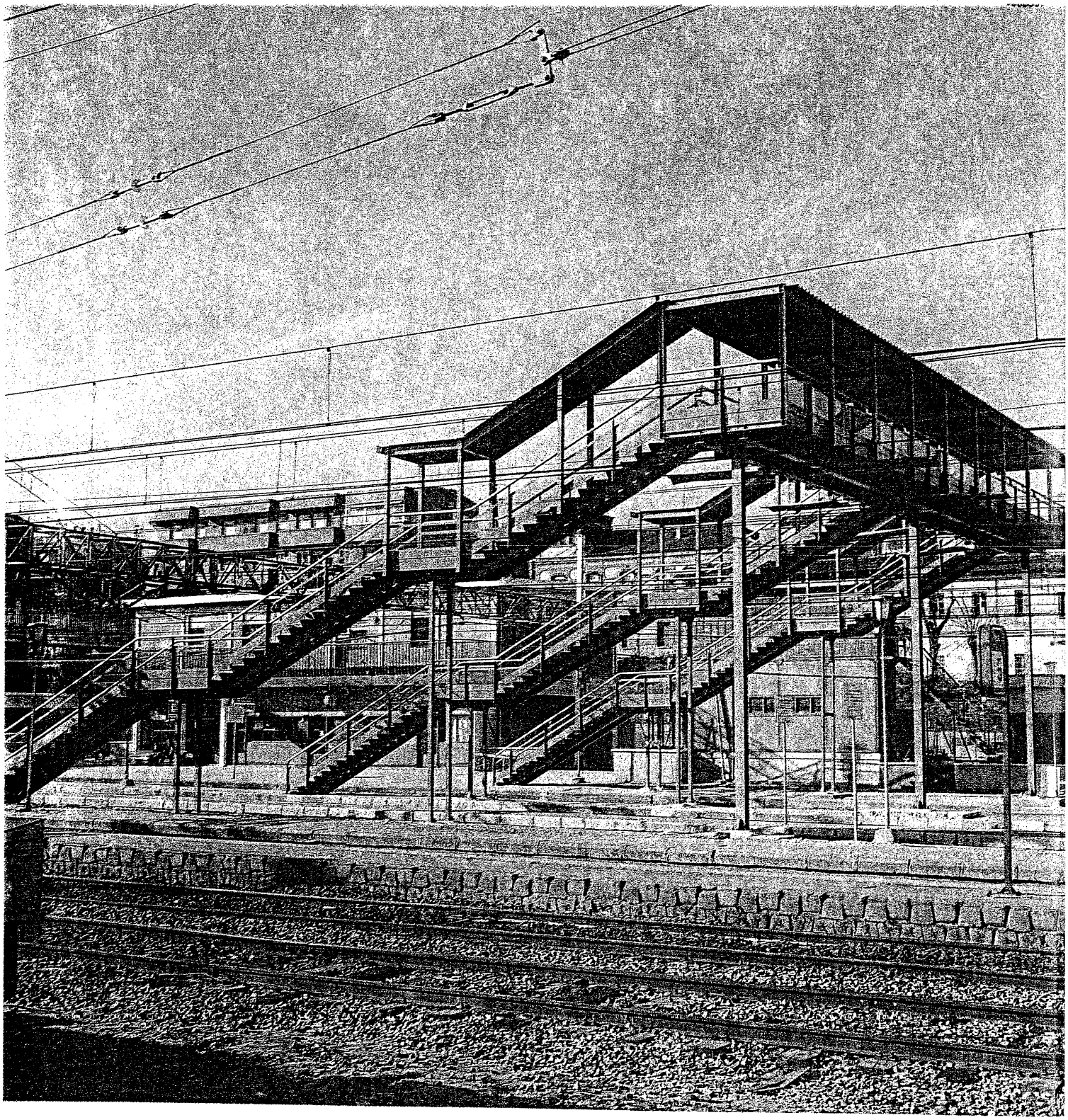




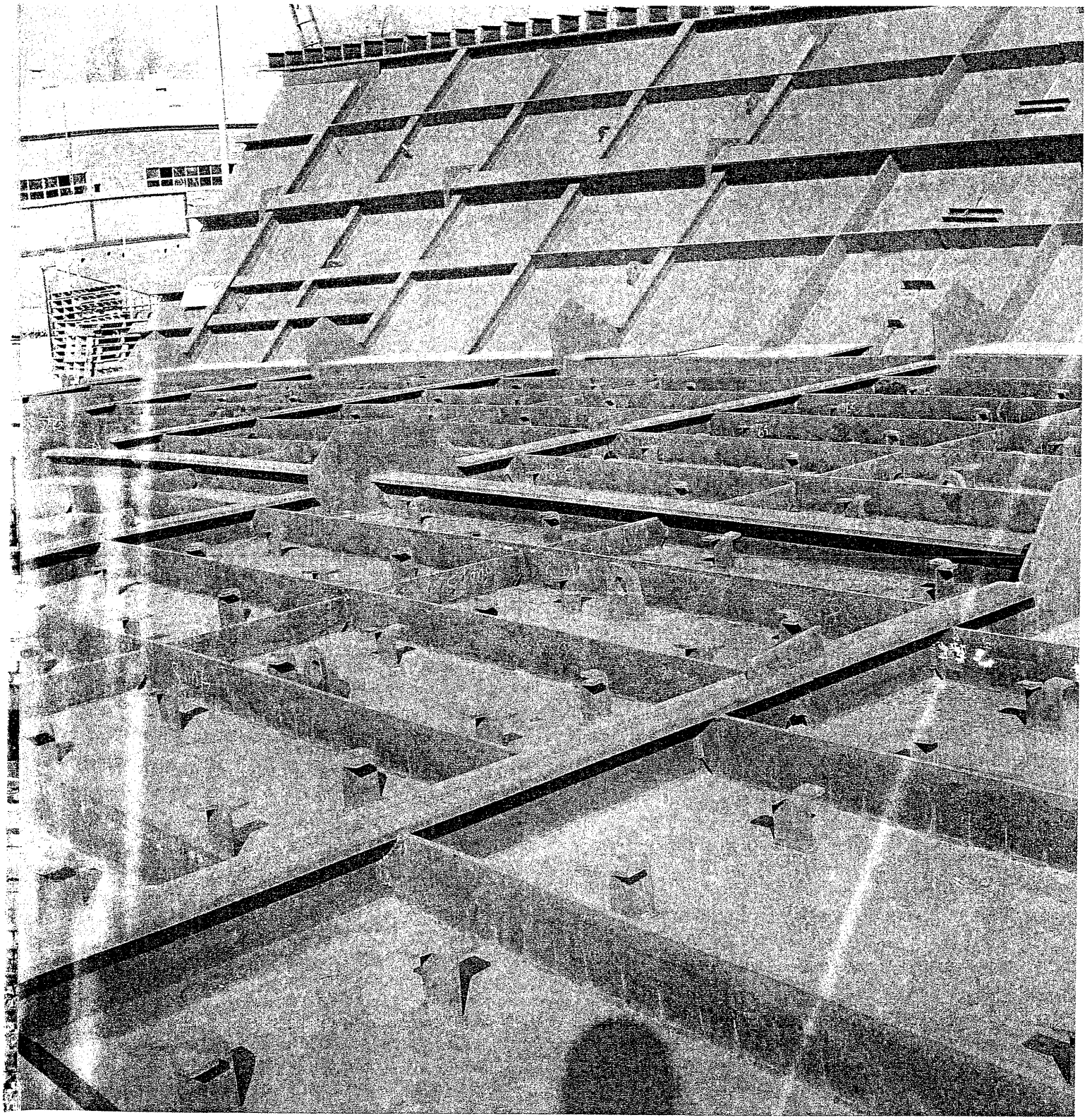
PUENTE DE LA BARQUETA.
2.500 Tm. de estructura, suministro de Ensidesa y fabricado y montado en U.T.E. con AUXINI.



AMPLIACION FERIA DE MUESTRAS DE BILBAO.
10.000 Tm. de estructura suministradas, fabricadas y montadas por Ensidesa.



PASARELA PEATONAL VILLAVERDE BAJO. MADRID.
Proyectada y construida por Ensidesa.



PUENTE SOBRE EL RIO TURIA. VALENCIA.
Proyecto alternativo estructura mixta realizado por Ensidesa que se complementó con fabricación y montaje.
Detalle fabricación cajón.

INTRODUCCION A LA SEPTIMA EDICION

Al haberse agotado la sexta edición del PRONTUARIO ENSIDESA, Tomo I, superándose así la venta de veintisiete mil ejemplares, nos complace publicar una nueva edición, que al quererla incluir en la serie de PUBLICACIONES ENSIDESA «Manuales sobre la construcción con Acero», aparece como Tomo 2 de la misma.

Atendiendo las sugerencias recibidas de los usuarios del Prontuario, incluimos un capítulo sobre Aceros para Estructuras de la Edificación, que hemos denominado Capítulo 0, por considerarlo una eficaz introducción al estudio de Valores Estadísticos y Estructuras Elementales, capítulos que han definido la obra.

Desde aquí queremos agradecer el magnífico trabajo efectuado por D. Ernesto Ema Bastardín, autor de este nuevo Capítulo 0 «Aceros para Estructuras de la Edificación». Consideramos la gran labor realizada para condensar todo el proceso de fabricación y así poder extenderse en la fabricación de los aceros para la construcción y la descripción de la normativa de los mismos. En esta parte se intuye su especialización profesional en el campo de la normalización que, sin duda, es lo que le ha permitido analizar los aceros tanto desde el punto de vista de las normas nacionales como de las europeas y adelantar los tipos de acero de las nuevas normas.

Como siempre agradeceremos cuantas sugerencias consideren oportunas y que servirán para que esta obra pueda seguir perfeccionándose.

Indice

0. ACERO PARA ESTRUCTURAS DE EDIFICACION 17
0.1. Definiciones y generalidades 19
0.2. Reseña histórica 21
0.3. Fabricación del acero. Procesos actuales 25

0.3.1. Primeras materias: los minerales de hierro, el coque y la chatarra de acero 25
0.3.2. Fabricación del arrabio: el Horno Alto 30
0.3.3. Elaboración del acero 33
0.3.4. Metalurgia fuera del horno 36
0.3.5. Colada del acero 37
0.3.6. Conformación del acero: laminación, forja y estampación y moldeo 39

0.4. Clasificación y designación de los aceros 44

0.4.1. Criterios de clasificación 44
0.4.2. Clasificación según la composición química: aceros aleados y aceros no aleados 45
0.4.3. Clasificación según las propiedades de empleo: aceros de base, aceros de calidad y aceros especiales 45
0.4.4. Designación de los aceros 46

0.5. Características de los aceros 47

0.5.1. Microestructura del acero. Diagrama Hierro-Carbono 47
0.5.2. Composición química del acero 53
0.5.3. Proceso de laminación. Aceros con tratamiento termomecánico 54
0.5.4. Características principales de los aceros de construcción 55
0.5.5. Características utilizadas para definir los aceros de construcción: resistencia, energía de rotura por flexión y soldabilidad 56

0.6. Aceros empleados en la construcción 68

0.6.1. Aceros de uso general 69
0.6.2. Aceros soldables de alto límite elástico: aceros de estructura ferrita-perlita, aceros de perlita reducida y aceros con estructuras bainítica y martensítica 75
0.6.3. Aceros con resistencia mejorada a la corrosión atmosférica 81
0.6.4. Aceros con propiedades garantizadas en el sentido del espesor 81
0.6.5. Aceros recubiertos 85
0.6.6. Aceros inoxidables 85
0.6.7. Aceros para tornillos 86
0.6.8. Calidad superficial de los productos de acero 87

0.7. Consideraciones sobre la elección de los aceros 87
0.8. Consideraciones sobre el control de la calidad 90
0.9. Los productos empleados en la construcción con acero 92
0.10. La normativa sobre los aceros de construcción 93

Apéndice. Relación de normas citadas 95

1. VALORES ESTATICOS 97
1.1. Perfiles laminados. Sección bruta 99
1.1.1. Un perfil **IPN**. Sección bruta 100
1.1.2. Un perfil **IPE**. Sección bruta 102
1.1.3. Un perfil **HEB**. Sección bruta 104
1.1.4. Un perfil **HEA**. Sección bruta 106
1.1.5. Un perfil **HEM**. Sección bruta 108
1.1.6. Un perfil **UPN**. Sección bruta 110
1.1.7. Un perfil **L**. Sección bruta 112
1.1.8. Un perfil **LD**. Sección bruta 118
1.1.9. Un perfil **T**. Sección bruta 126
1.2. Perfiles laminados. Sección neta, sección semineta y disposición de agujeros 129
1.2.1. Un perfil **IPN**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 130
1.2.2. Un perfil **IPE**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 132
1.2.3. Un perfil **HEB**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 134
1.2.4. Un perfil **HEA**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 136
1.2.5. Un perfil **HEM**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 138
1.2.6. Un perfil **IPN**. Agujeros en el alma. Disposición 140
1.2.7. Un perfil **IPE**. Agujeros en el alma. Disposición 141
1.2.8. Un perfil **HEB**. Agujeros en el alma. Disposición 142
1.2.9. Un perfil **HEA**. Agujeros en el alma. Disposición 143
1.2.10. Un perfil **HEM**. Agujeros en el alma. Disposición 144
1.2.11. Un perfil **UPN**. Sección neta y sección semineta. Agujeros en las alas 145
1.2.12. Un perfil **UPN**. Agujeros en el alma. Disposición 146
1.2.13. Un perfil **L**. Agujeros en las alas. Disposición 147
1.2.14. Un perfil **LD**. Agujeros en las alas. Disposición 151
1.2.15. Casquillo aprietatuercas. Diámetro exterior 159
1.3. Perfiles **T** obtenidos por corte longitudinal de vigas **I** 161
1.3.1. Medio perfil **IPN** 162
1.3.2. Medio perfil **IPE** 163
1.3.3. Medio perfil **HEB** 164
1.3.4. Medio perfil **HEA** 165
1.3.5. Medio perfil **HEM** 166
1.3.6. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **IPN** 167
1.3.7. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **IPE** 168
1.3.8. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **HEB** 169
1.3.9. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **HEA** 170
1.3.10. Un perfil **T** alma larga, obtenido de **HEM** 171
1.4. Perfiles formados por chapas soldadas 173
1.4.1. Perfiles no tipificados. Limitaciones dimensionales 176
1.4.2. Un perfil **IPES** 178
1.4.3. Un perfil **HEBS** 178
1.4.4. Un perfil **HEAS** 179
1.4.5. Un perfil **HEMS** 179
1.4.6. Un perfil **PCBS** 180
1.4.7. Un perfil **PCAS** 180
1.4.8. Un perfil **PCMS** 181
1.4.9. Un perfil **PVS** 182
1.4.10. Un perfil **PAS** 196
1.4.11. Un perfil **TS** 228
1.4.12. Platabandas 230
1.5. Composición de perfiles 240
1.5.1. Dos perfiles **IPN** dos distintas separaciones entre ejes 242
1.5.2. Dos perfiles **IPN** en cruz 247

 1.5.3. Dos perfiles **IPN** perpendiculares 248
 1.5.4. Un perfil **IPN** con dos platabandas soldadas 250
 1.5.5. Dos perfiles **IPN** con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes 254
 1.5.6. Un perfil compuesto por un **IPN** y un **UPN** 262
 1.5.7. Un perfil compuesto por un **IPN** y un **UPN** 263
 1.5.8. Dos perfiles **IPE** con distintas separaciones entre ejes 264
 1.5.9. Dos perfiles **IPE** perpendiculares 268
 1.5.10. Conjunto de tres perfiles **IPE** 270
 1.5.11. Dos perfiles **IPE** en cruz 272
 1.5.12. Un perfil **IPE** con dos platabandas soldadas 273
 1.5.13. Un perfil **IPE** con dos platabandas soldadas 274
 1.5.14. Dos perfiles **IPE** con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre ejes 276
 1.5.15. Dos perfiles **HEB** con distintas separaciones entre ejes 283
 1.5.16. Un perfil **HEB** con dos platabandas soldadas 288
 1.5.17. Un perfil **HEB** con dos platabandas soldadas 292
 1.5.18. Un perfil **HEA** con dos platabandas soldadas 293
 1.5.19. Un perfil **HEM** con dos platabandas soldadas 294
 1.5.20. Dos perfiles **UPN** con distintas separaciones entre alas 295
 1.5.21. Dos perfiles **UPN** con distintas separaciones entre almas 296
 1.5.22. Dos perfiles **UPN** con distintas separaciones entre almas 302
 1.5.23. Dos perfiles **UPN** con dos platabandas soldadas, con distintas separaciones entre almas ($i_x = i_y$) 309
 1.5.24. Dos perfiles **L** con distintas separaciones 310
 1.5.25. Dos perfiles **L** con distintas separaciones 312
 1.5.26. Cuatro perfiles **L** con distintas separaciones 314
 1.5.27. Cuatro perfiles **L** con distintas separaciones 320
 1.5.28. Dos perfiles **LD** con distintas separaciones 330
 1.5.29. Dos perfiles **LD** con distintas separaciones 334

1.6. Perfiles de sección variable y aligerados 339

 1.6.1. Un perfil **IPN** de sección variable, obtenido por corte longitudinal 340
 1.6.2. Un perfil **IPE** de sección variable, obtenido por corte longitudinal 341
 1.6.3. Un perfil **HEB** de sección variable, obtenido por corte longitudinal 342
 1.6.4. Un perfil **IPN** con aligeramientos hexagonales 343
 1.6.5. Un perfil **IPE** con aligeramientos hexagonales 344
 1.6.6. Un perfil **HEB** con aligeramientos hexagonales 345
 1.6.7. Un perfil **HEA** con aligeramientos hexagonales 346

1.7. Perfiles huecos 347

 1.7.1. Un perfil hueco redondo 348
 1.7.2. Un perfil hueco cuadrado 352
 1.7.3. Un perfil hueco rectangular 356

1.8. Perfiles conformados en frío 363

 1.8.1. Un perfil **LF** conformado en frío 364
 1.8.2. Un perfil **LDF** conformado en frío 366
 1.8.3. Un perfil **UF** conformado en frío 370
 1.8.4. Un perfil **CF** conformado en frío 376
 1.8.5. Un perfil **OF** conformado en frío 380
 1.8.6. Un perfil **ZF** conformado en frío 382
 1.8.7. Un perfil **NF** conformado en frío 386

1.9. Valores de sección para el cálculo con computador 389

 1.9.1. Un perfil **IPN** 390
 1.9.2. Un perfil **IPE** 392
 1.9.3. Un perfil **HEB** 394
 1.9.4. Un perfil **HEA** 396
 1.9.5. Un perfil **HEM** 398
 1.9.6. Un perfil **UPN** 400

403

1.10. Valores de sección para el cálculo plástico 404

I 1.10.1. Un perfil **IPN** 405
I 1.10.2. Un perfil **IPE** 406
H 1.10.3. Un perfil **HEB** 407
H 1.10.4. Un perfil **HEA** 408
H 1.10.5. Un perfil **HEM** 409

1.11. Magnitudes características de la torsión 410

I 1.11.1. Un perfil **IPN** 414
I 1.11.2. Un perfil **IPE** 418
H 1.11.3. Un perfil **HEB** 422
H 1.11.4. Un perfil **HEA** 426
H 1.11.5. Un perfil **HEM** 431

1.12. Perfiles laminados por ENSIDESA según Norma ASTM A6-79. Sección bruta 432

I 1.12.1. Un perfil **W18** 432
I 1.12.2. Un perfil **W16** 434
I 1.12.3. Un perfil **W14** 436
I 1.12.4. Un perfil **W12** 438
I 1.12.5. Un perfil **W10** 438
I 1.12.6. Un perfil **W8** 440
I 1.12.7. Un perfil **W6** 440
I 1.12.8. Un perfil **W5** 442
H 1.12.9. Un perfil **HP** 443

1.13. Perfiles europeos y americanos ordenados en sentido decreciente de sus valores estáticos 444

1.13.1. Tabla de momentos de inercia 446
1.13.2. Tabla de módulos resistentes 449

2. RESISTENCIA DE MATERIALES - ESTRUCTURAS ELMENTALES 451
2.1. Vigas 452

Convenio de signos 453

Vigas simples 455
Apoyadas en los extremos 475
Empotradas en los extremos 493
Apoyadas en un extremo y empotradas en el otro 509
En voladizo 525
Flecha máxima para vigas **IPN, IPE, HEB, HEA** y **HEM** 531

Vigas continuas 531
De vanos iguales 533
Dos vanos 537
Tres vanos 545
Cuatro vanos 557
Infinitos vanos 563
De vanos desiguales 565
Dos vanos 583
Tres vanos 597
Cuatro vanos 611
Líneas de influencia del momento flector 621

Vigas de inercia variable 622
Empotradas en los extremos con cartela de inercia variable 623
Sección rectangular .....

Cartela recta en un extremo 624
Cartela parabólica en un extremo 634
Cartela recta en los extremos 644
Cartela parabólica en los extremos 652
Sección de dos platabandas 659
Cartela recta en un extremo 660
Cartela recta en los extremos 670
Con tramos de inercia constante 679
Empotradas en los extremos, simétricas, con cinco tramos 680
Empotradas en los extremos con tres tramos 757
Empotradas en un extremo y apoyadas en el otro, con tres tramos 791

Pórticos simples 833

Convenio de signos 834

Pórticos simples biarticulados a la misma altura 835

Triangulares 837
Dintel horizontal 841
Dintel inclinado 851
Dintel a dos aguas 857
Dintel curvo 865
Trapeciales simétricos 873

Pórticos simples biarticulados a distinta altura 879

Dintel horizontal y dos columnas 881
Dintel horizontal y una columna 887

Pórticos simples biempotrados a la misma altura 893

Dintel horizontal 895
Dintel a dos aguas 903