

TEMA 15

ESTRUCTURAS APORTICADAS

1. GENERALIDADES

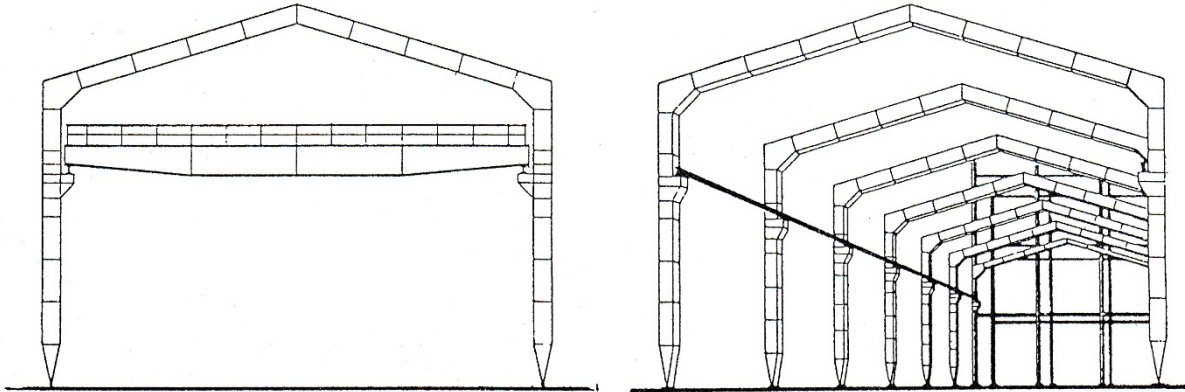
2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y CÁLCULO

3. DETALLES CONSTRUCTIVOS

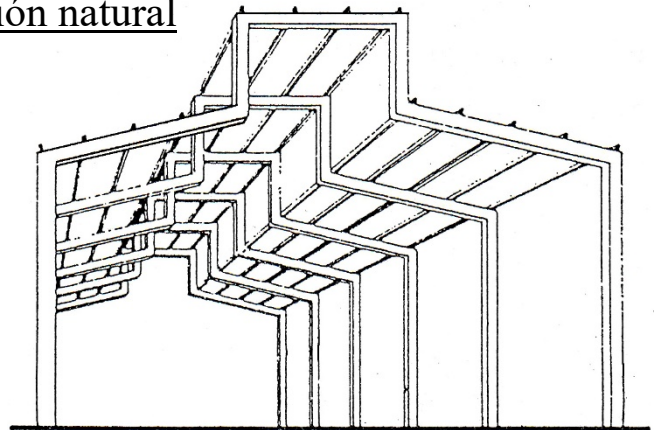
1. GENERALIDADES

• Empleo

- Naves con puentes grúa



- Naves con necesidad de iluminación natural
(fácil disposición de lucernarios)

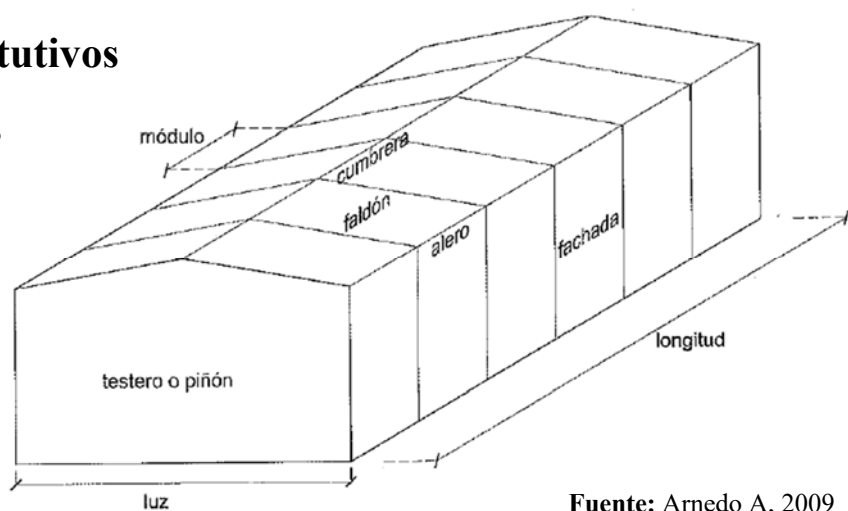


- Naves donde se necesite capacidad interior
- Pabellones deportivos de grandes luces
- Puentes y pasarelas

Fuente: Argüelles R, 1975

• Elementos constitutivos

Nave a dos aguas



Fuente: Arnedo A, 2009

- **Económicamente**, frente a estructuras trianguladas:

Material \uparrow 15 % pero mano obra \downarrow 30 % \rightarrow Coste final \downarrow 15 %

- **Sistemas Estructurales:** Dos aguas, dintel horizontal, poligonales



TRIARTICULADO

BIARTICULADO

EMPOTRADO

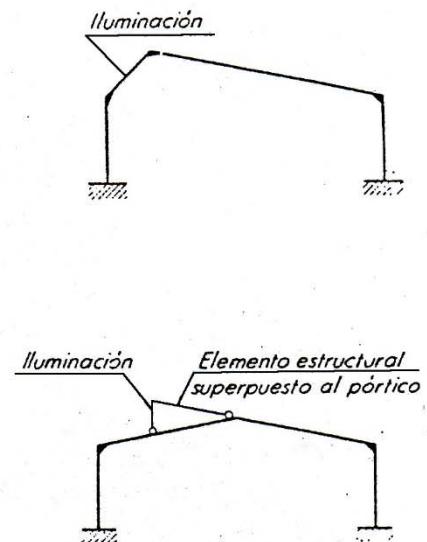
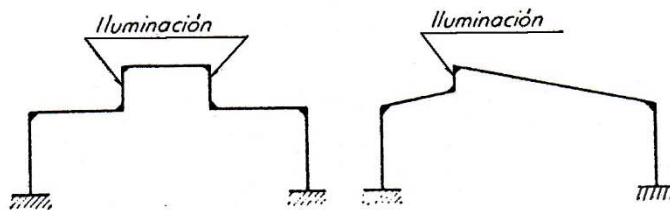
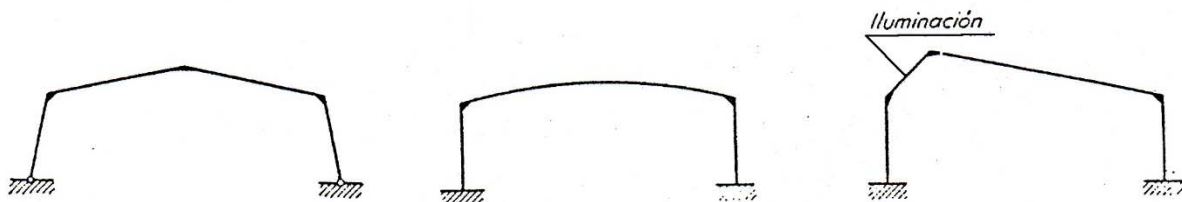
PILARES VERTICALES

PILARES INCLINADOS



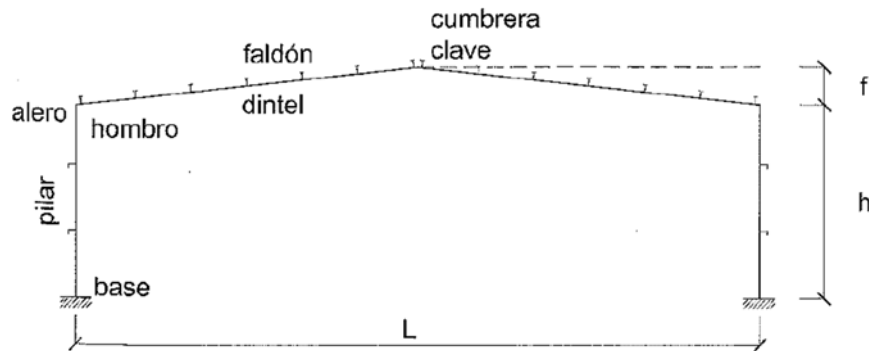
EMPOTRADO

ARTICULADO



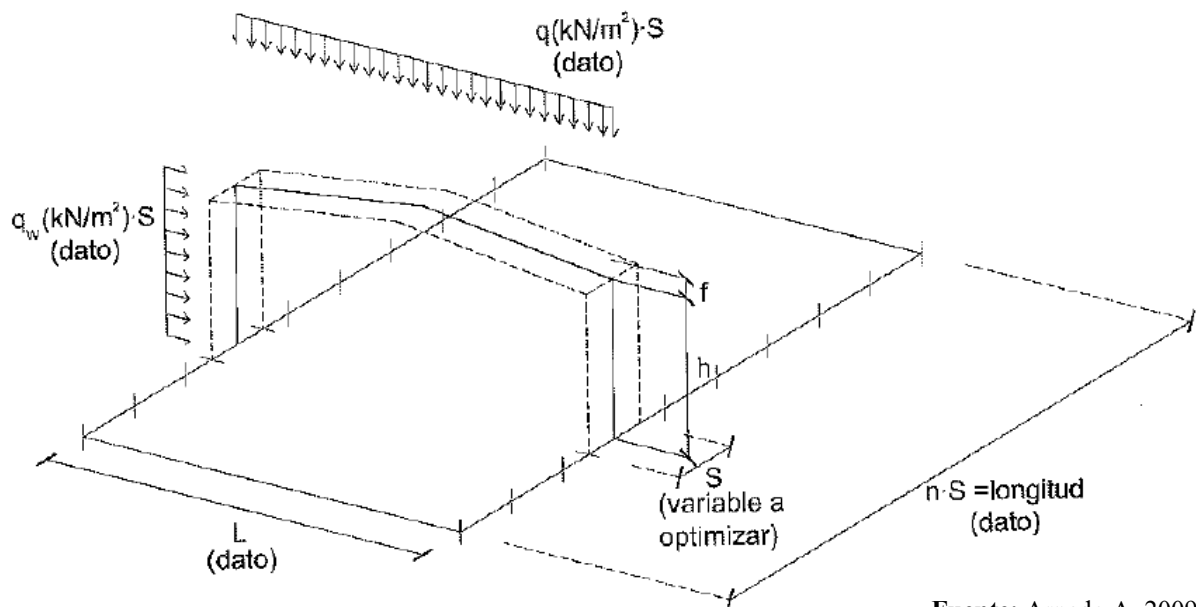
Fuente: Argüelles R, 1975

Elementos del pórtico tipo:



Fuente: Arnedo A, 2009

Esquema básico de cargas:



Fuente: Arnedo A, 2009

Separación entre pórticos, intereje o módulo (S):

$$S \sim L/4$$

$$S < 12 \text{ m (por excesivo encarecimiento de correas)}$$

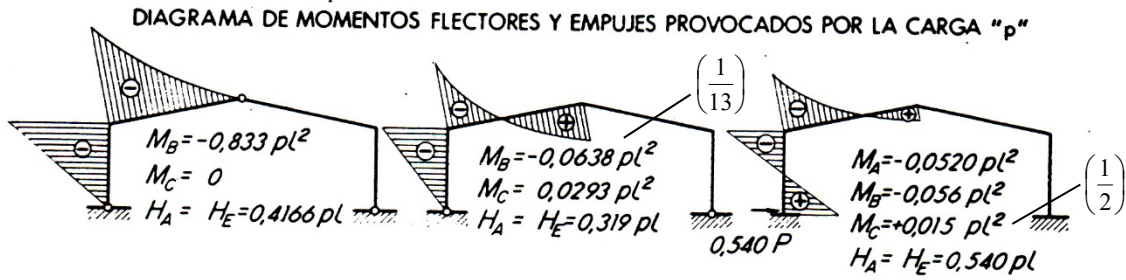
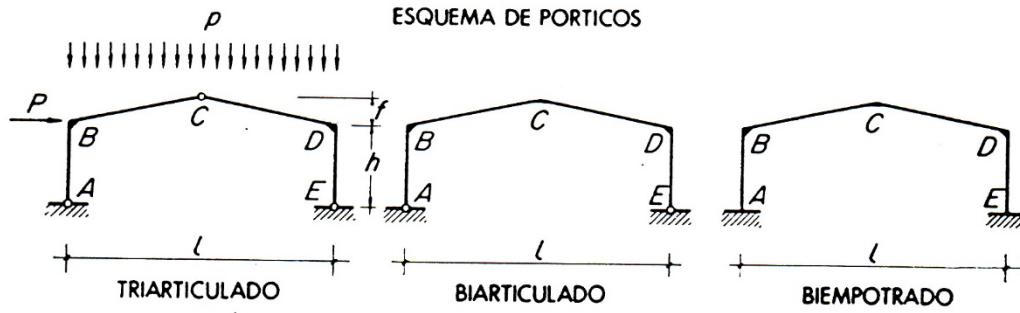


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES Y EMPUJES DEBIDOS A LA FUERZA LATERAL "P"

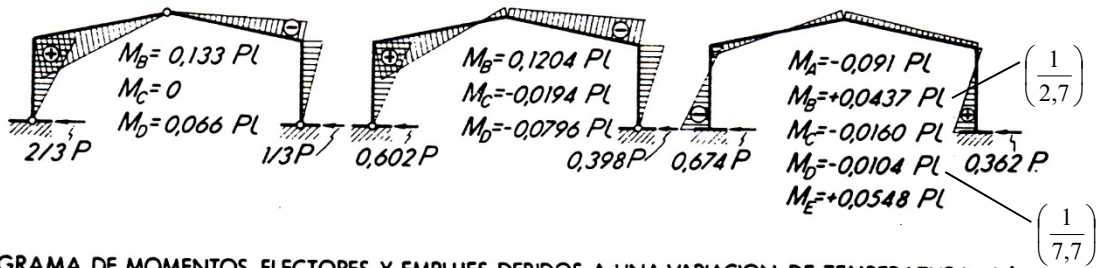
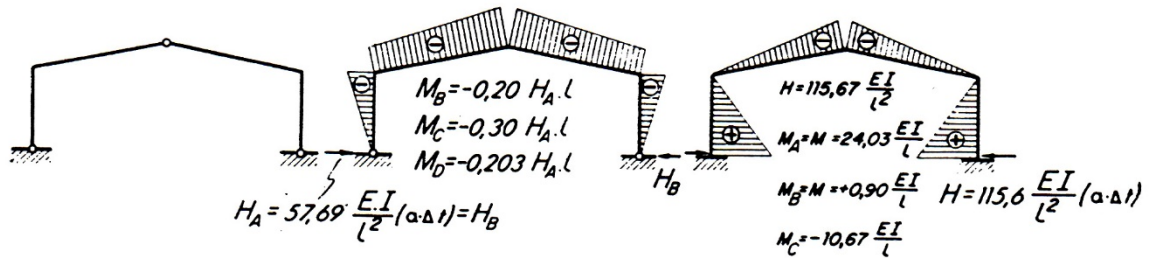


DIAGRAMA DE MOMENTOS FLECTORES Y EMPUJES DEBIDOS A UNA VARIACION DE TEMPERATURA Δt



Fuente: Argüelles R, 1975

2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO Y CÁLCULO

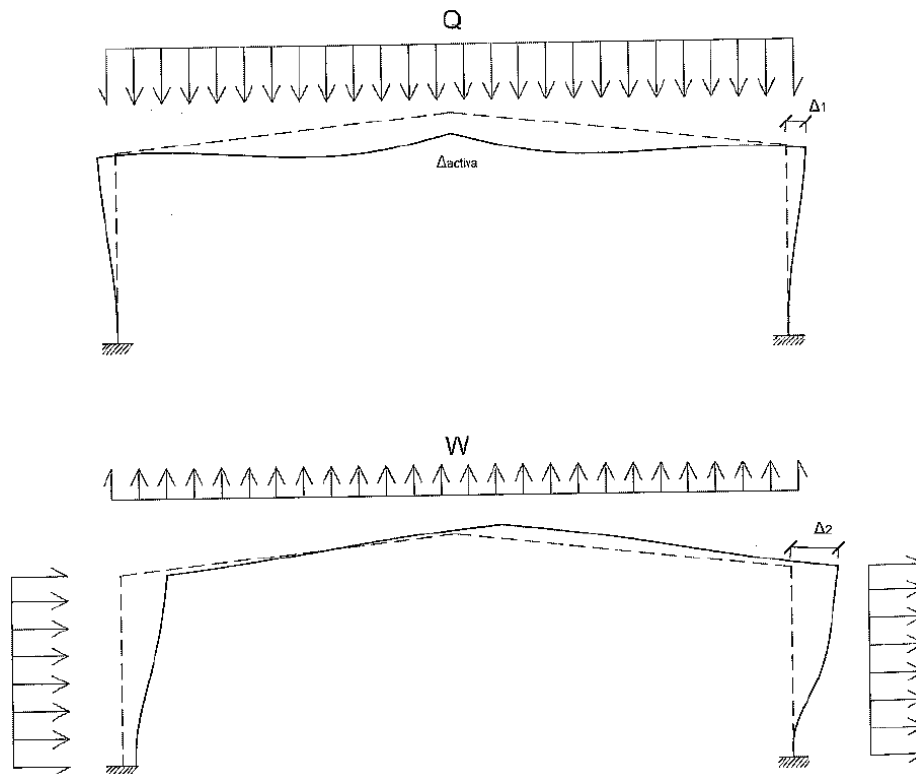
1) PREDIMENSIONAMIENTO

Recomendaciones

Elemento	Parámetro	Recomendación predimensionado
Correa continua de cubierta con perfil laminado	Canto	L/40
Correa continua de cubierta con perfil conformado en frío	Canto	L/30
Correa continua de fachada con perfil laminado	Canto	L/45
Correa continua de fachada con perfil conformado en frío	Canto	L/35
Dintel de pórtico a dos aguas con perfil laminado	Canto	L/50
Dintel de pórtico con viga armada de canto variable	Canto en hombro	L/35
Dintel de pórtico con viga armada de canto variable	Canto en parte uniforme	L/80
Dintel de pórtico con viga armada de canto variable	Canto en clave	L/60
Dintel de pórtico con viga en celosía, articulada en hombro	Canto	L/15
Dintel de pórtico con viga en celosía, par y tirante unidos a pilar	Canto	L/25
Pilares de pórticos de canto variable	Canto en hombro	Como el dintel
Pilares de pórticos de canto variable	Canto en base empotrada	Un tercio del hombro
Pilares de pórticos de canto variable	Canto en base articulada	350 mm
Pilares de pórticos con dintel de viga en celosía ($\beta = 2$)	Esbeltez	< 60
Pilares de pórticos con dintel de perfil laminado	Esbeltez	< 150
Diagonales de contravientos y arriostrados (traccionados)	Esbeltez	< 300

Fuente: Arnedo A, 2009

Esquema de predimensionamiento



Fuente: Arnedo A, 2009

- i) Caso Q (sobrecarga): $\Delta_{activa} < L/200$
- ii) Combinación de Q y W : $\text{Max} (\Delta_1 + \psi_1 \Delta_2 ; \psi_1 \Delta_1 + \Delta_2) < h/150$

2) SECCIONES MÁS USADAS

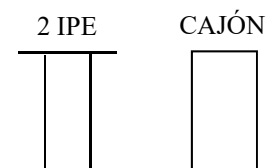
• **DINTELES:** IPE o vigas armadas

• **PILARES:** IPE, HEA, HEB

- Al considerar el pandeo en dos planos, a veces se descarta el IPE por su reducida inercia I_z e I_t . Además, a esfuerzo axial puede ser Clase 4.

- $L > 30$ m \rightarrow Perfiles armados (alas Clase 1 o 2 y alma Clase 4)

• **OTRAS SECCIONES:** Con mayor rigidez a torsión



3) DINTELES (PIEZAS A FLEXIÓN)

• COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

$$\text{Flexión: } M_{c,Rd} = \begin{cases} M_{pl,Rd} = W_{pl} f_{yd} & (\text{clase 1 y 2}) \\ M_{el,Rd} = W_{el} f_{yd} & (\text{clase 3}) \\ M_{0,Rd} = W_{eff} f_{yd} & (\text{clase 4}) \end{cases}$$

$$\text{Cortante: } V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = A_V \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

Flexión + cortante: Si $V_{Ed} > 0,5V_{c,Rd} \Rightarrow$ Se reduce $M_{c,Rd} \rightarrow M_{V,Rd}$

Comprobación en el vano y en extremos (acartelamientos)

• COMPROBACIÓN A PANDEO LATERAL

$$M_{Ed} \leq M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

No es necesaria la comprobación a pandeo lateral en vigas con secciones cerradas huecas (cuadradas, circulares, prefabricadas tubulares, en cajón) o cuando el ala comprimida se arriestre de forma:

- Continua, p.ej. si la viga está unida a un forjado o cubierta
- Puntual con una longitud L_c máxima entre arriostros que ha de cumplir

$$\text{la siguiente condición: } \bar{\lambda}_{LT} = \frac{k_c L_c}{i_{f,z} \lambda_1} \leq 0,5 \frac{M_{c,Rd}}{M_{y,Ed}}$$

Simplificadamente se puede adoptar $L_c < 40i_{f,z}$ y emplear el radio de giro $i_{f,z}$ solo del ala comprimida

4) PILARES (PIEZAS A FLEXOCOMPRESIÓN)

• COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 1 y 2}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 3}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 4}$$

Fuente: CTE DB SE-A, 2006

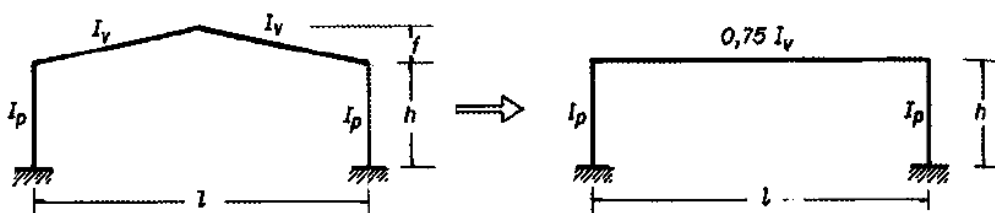
• COMPROBACIÓN A PANDEO (FLEXOCOMPRESIÓN)

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}}{\frac{M_{y,Rk}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}}{\frac{M_{z,Rk}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}} \leq 1$$

$$\frac{\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk}}}{\gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{\frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}}{\frac{M_{y,Rk}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{\frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}}{\frac{M_{z,Rk}}{\chi_{LT} \gamma_{M1}}} \leq 1$$

Fuente: CE, Anejo 22, 2021

Longitudes de pandeo \Rightarrow Pilares de edificios (de una altura)

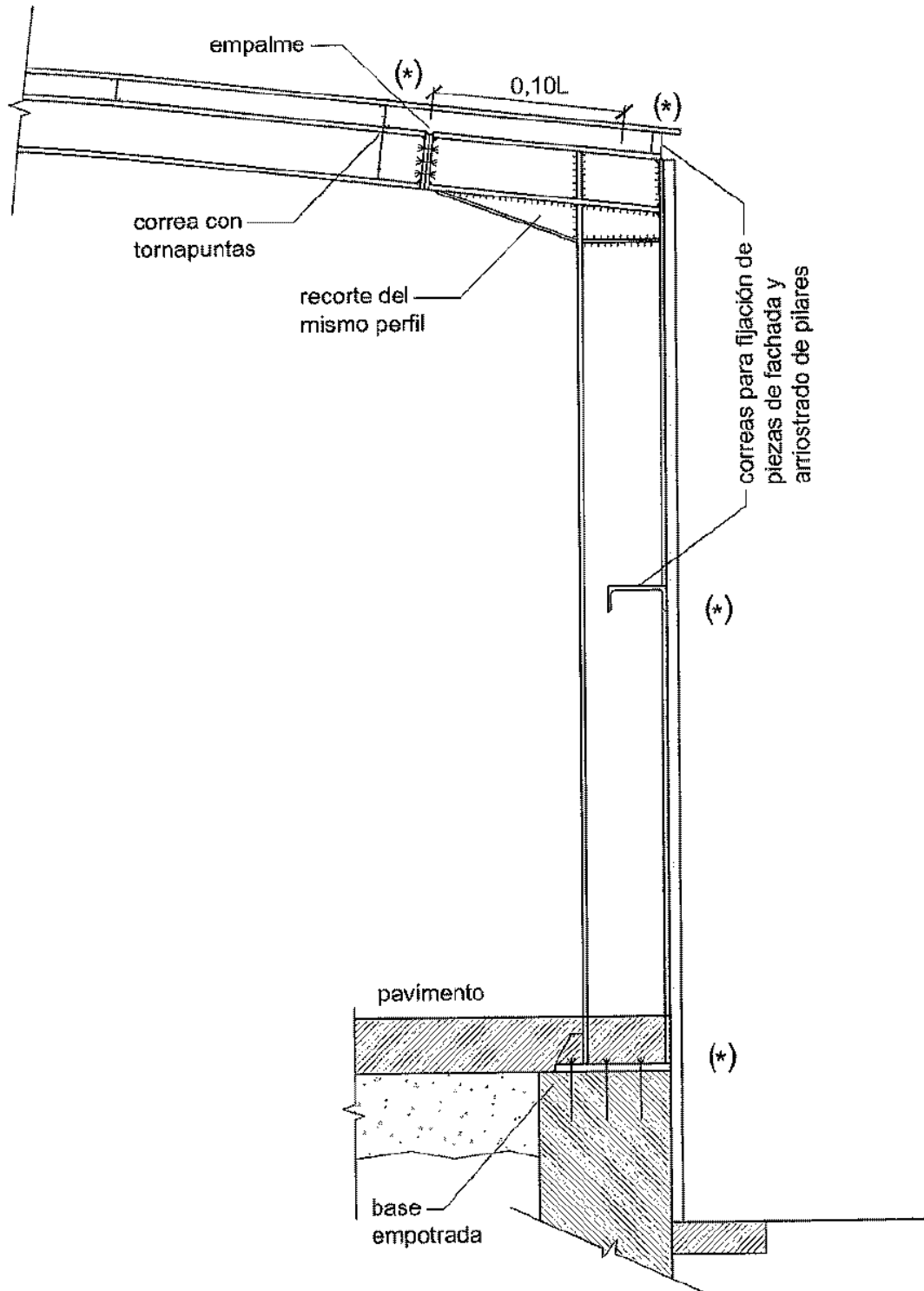


Fuente: Argüelles R et al, 2007

3. DETALLES CONSTRUCTIVOS

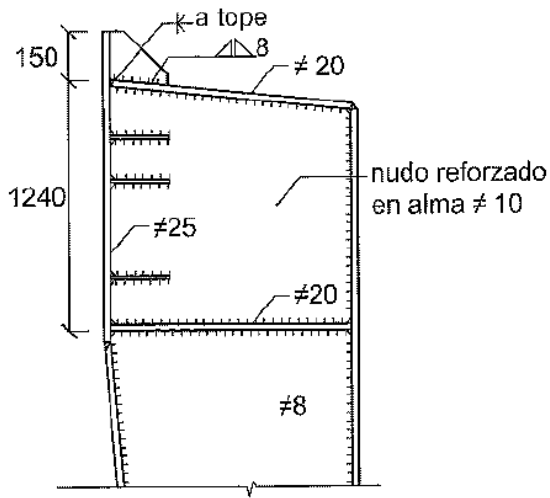
• PILARES

Con perfil laminado

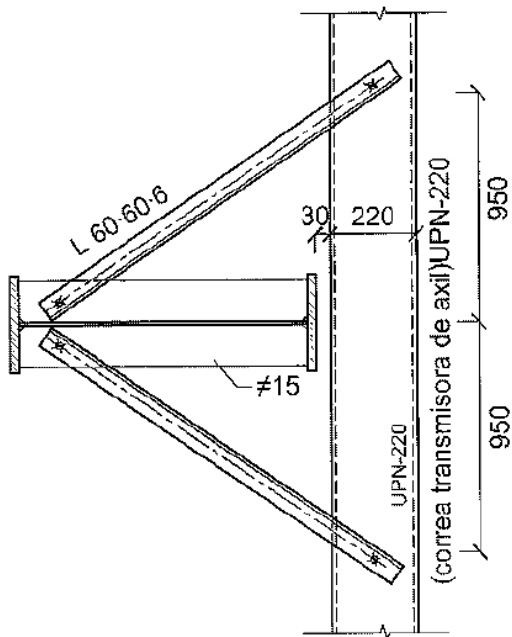


Fuente: Arnedo A, 2009

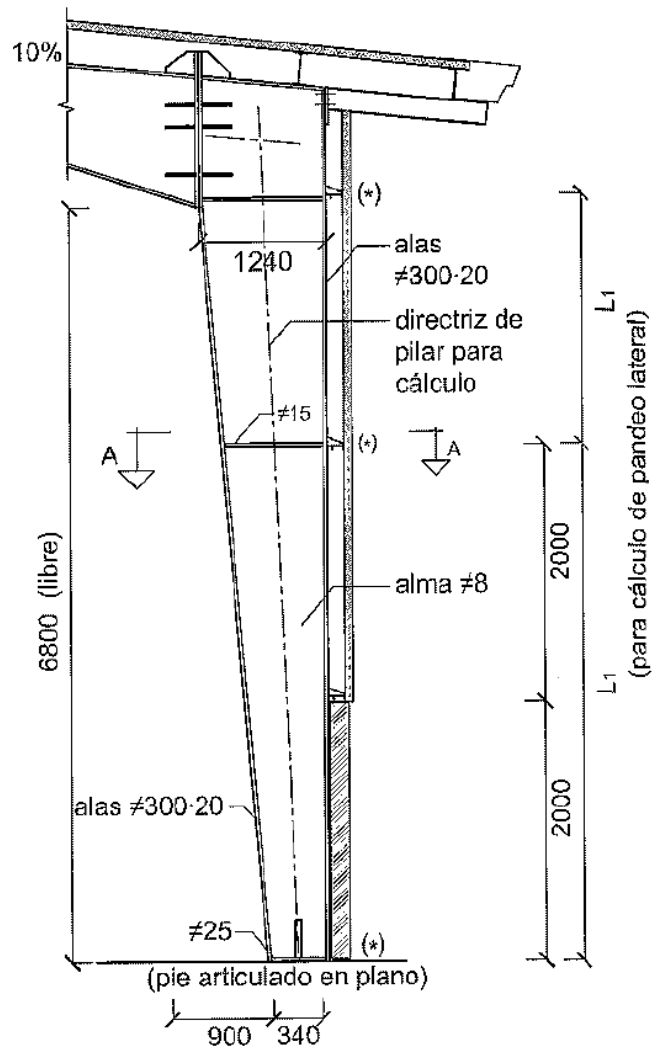
De canto variable



Material:
S 355 J2
Placa de testa y placa base
además Z-35 (UNE 10064)



A-A
Sección arriostrada de pilar.

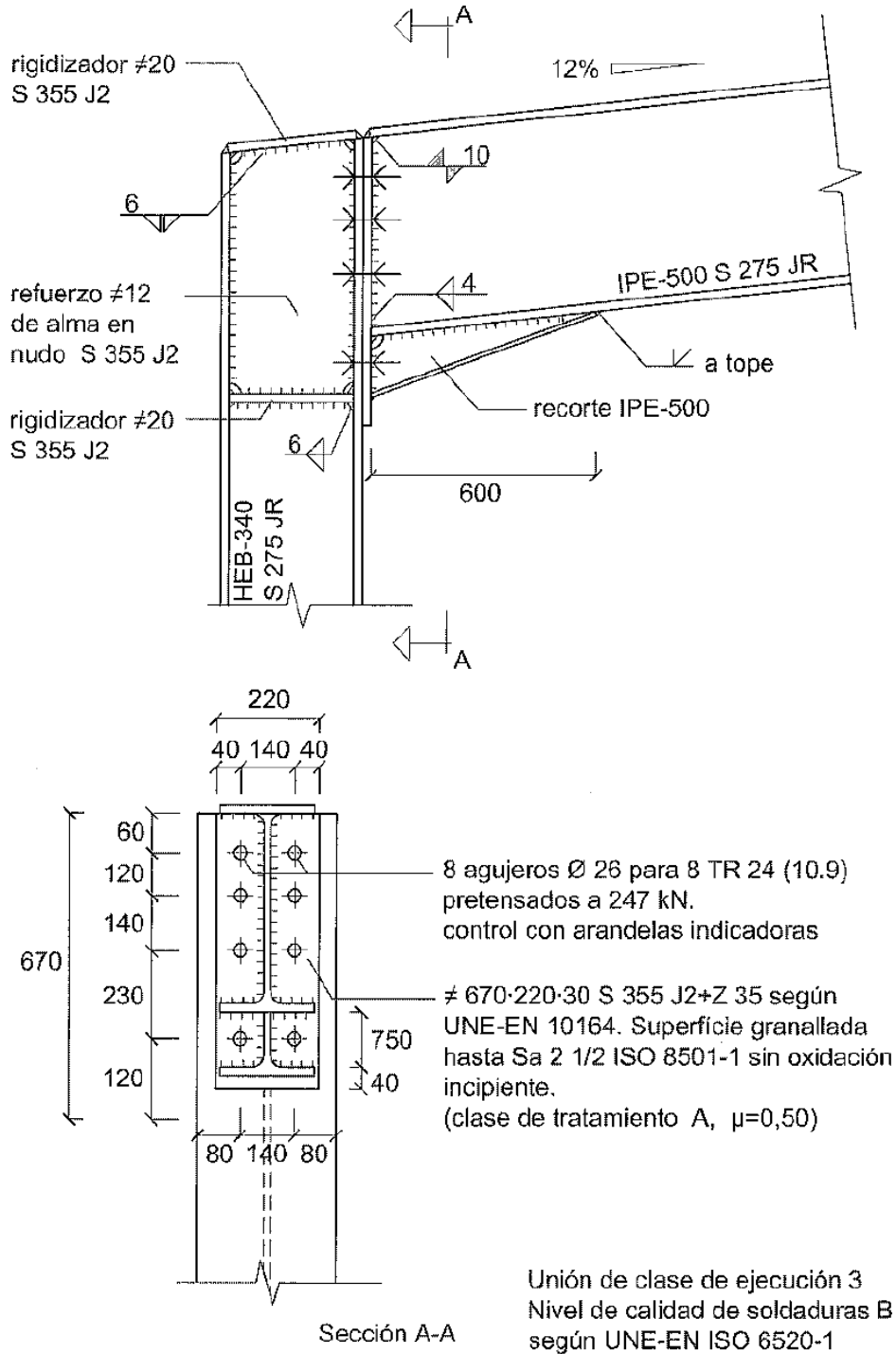


(*) secciones con arriostramiento

Fuente: Arnedo A, 2009

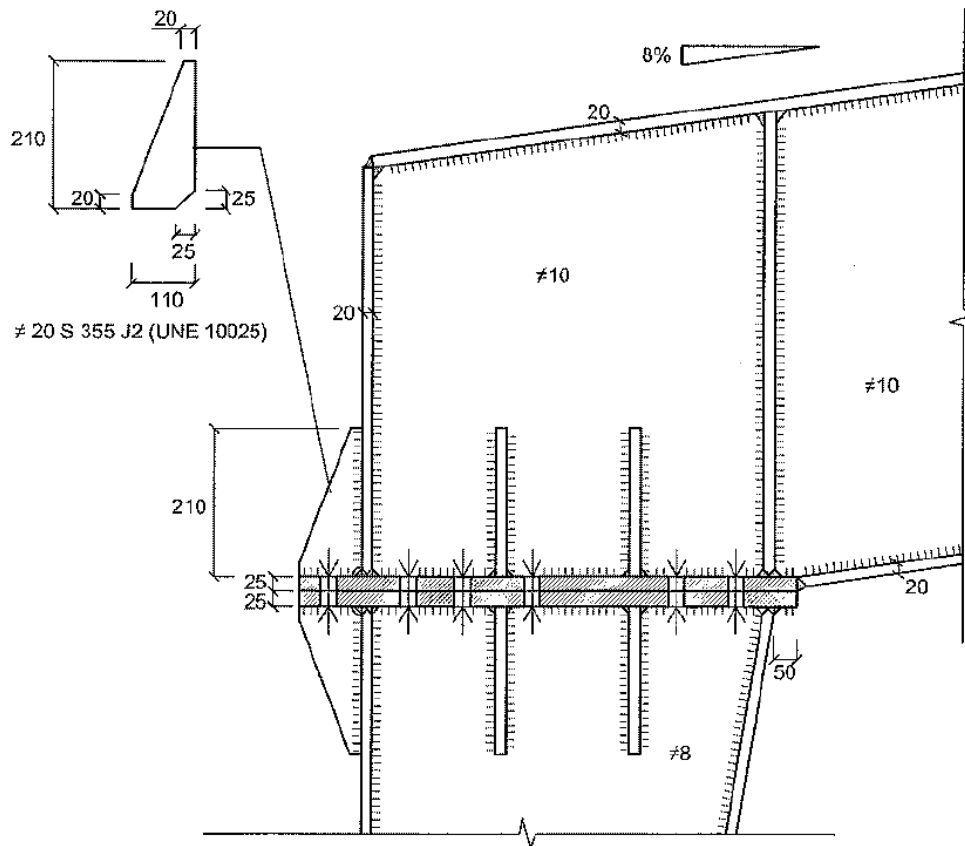
• NUDOS DE ESQUINA U HOMBROS

Con perfil laminado. Placa de testa vertical

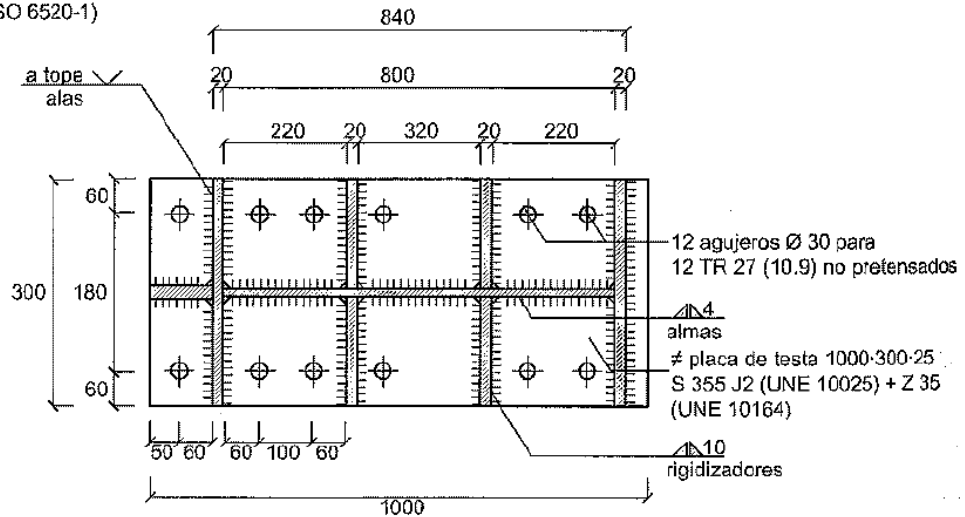


Fuente: Arnedo A, 2009

Con perfil armado. Placa de testa horizontal

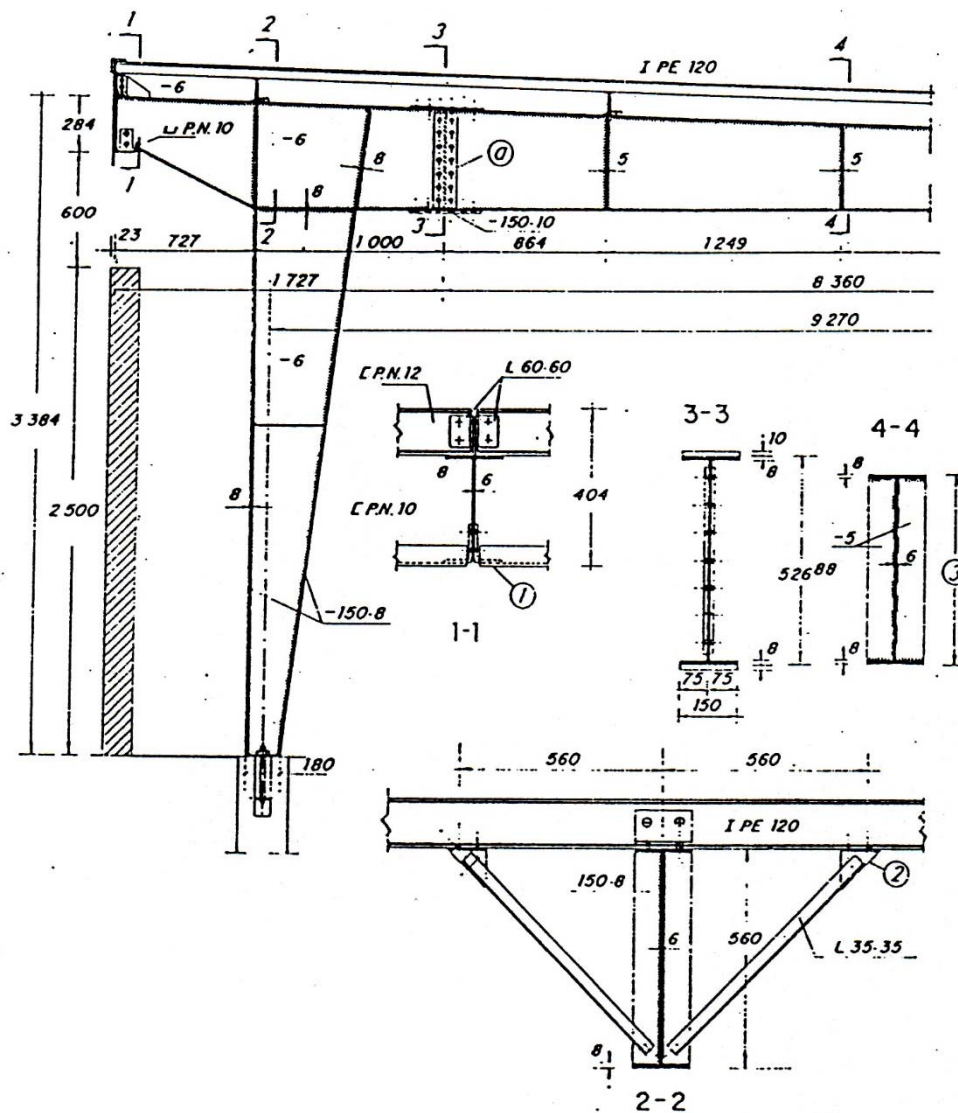


Unión de clase de ejecución 2
Nivel de calidad de soldaduras C
(UNE-EN ISO 6520-1)



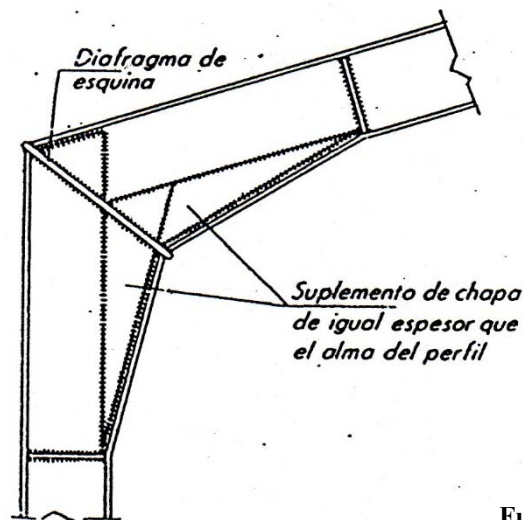
Fuente: Arnedo A, 2009

Nudo de esquina y empalme



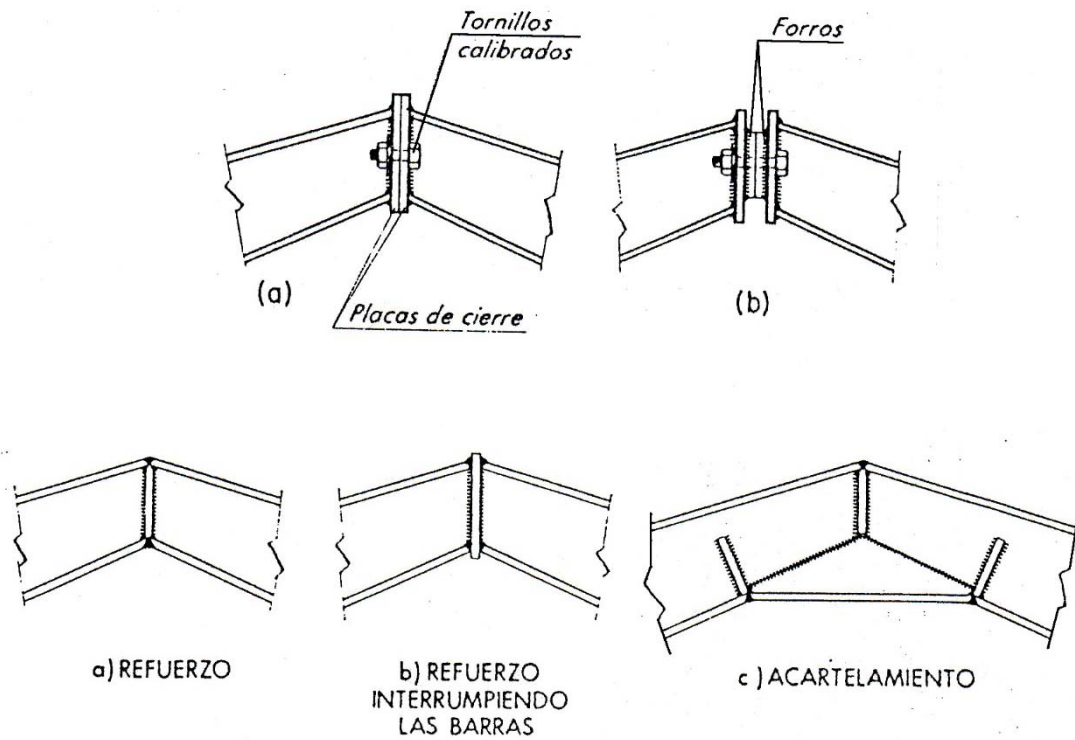
Fuente: Argüelles R, 1975

Acartelamiento de nudo



Fuente: Argüelles R et al, 2007

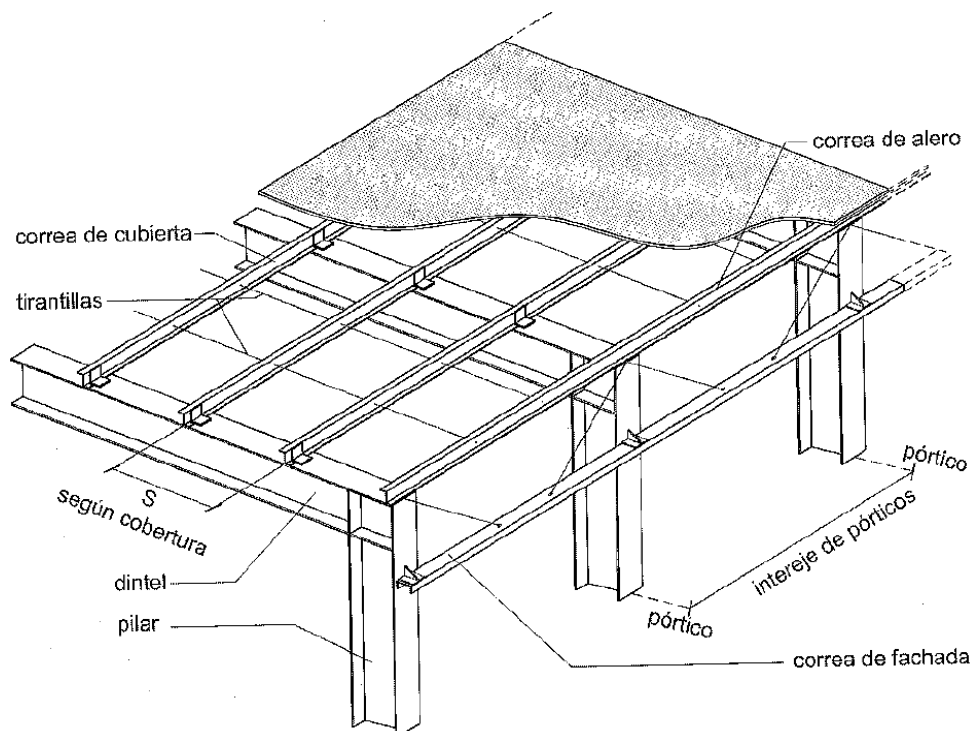
• CLAVE



Fuente: Argüelles R, 1975

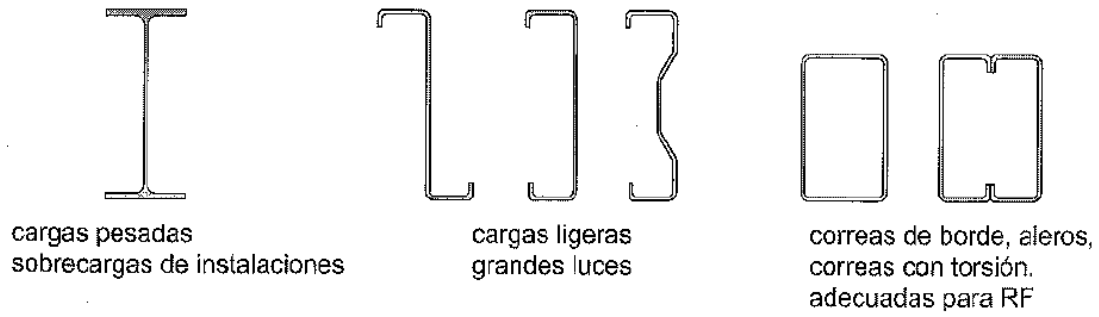
• ENLACE DE LAS CORREAS CON EL PÓRTICO

Disposición



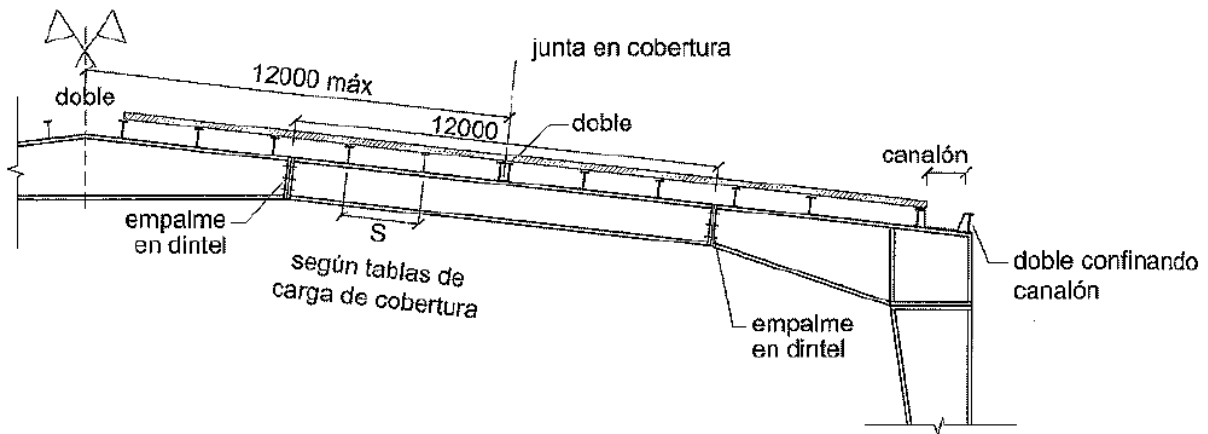
Fuente: Arnedo A, 2009

Secciones



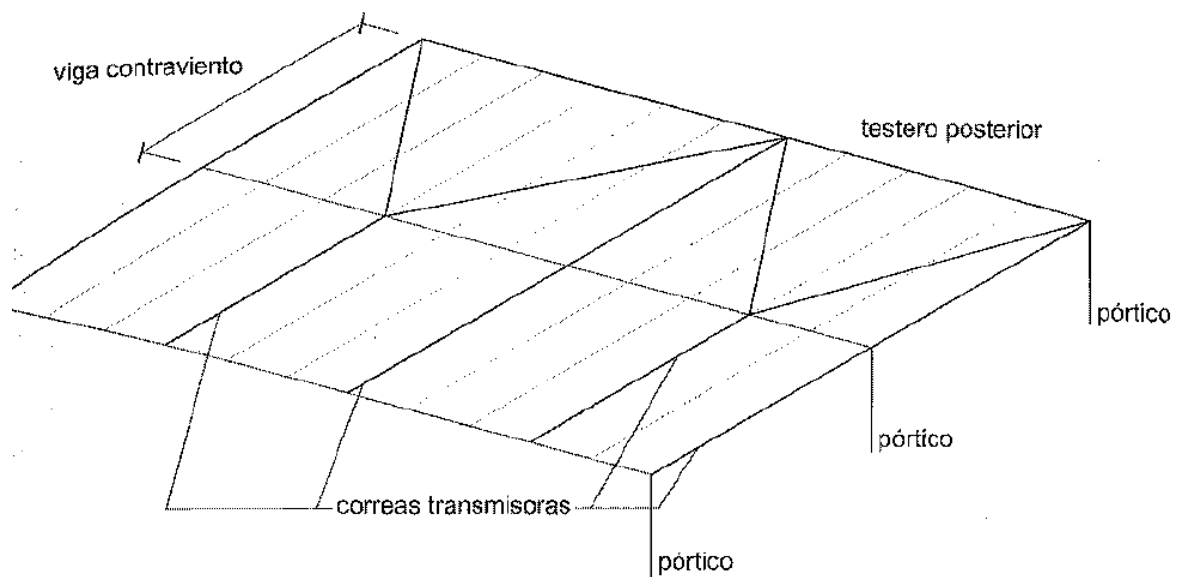
Fuente: Arnedo A, 2009

Condicionantes de distribución



Fuente: Arnedo A, 2009

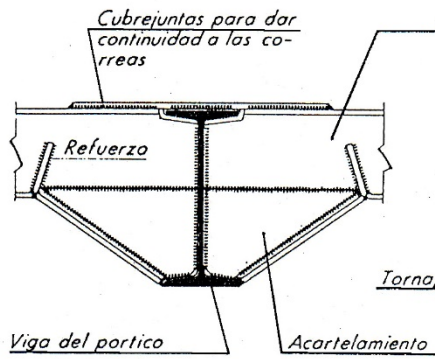
Correas con axil



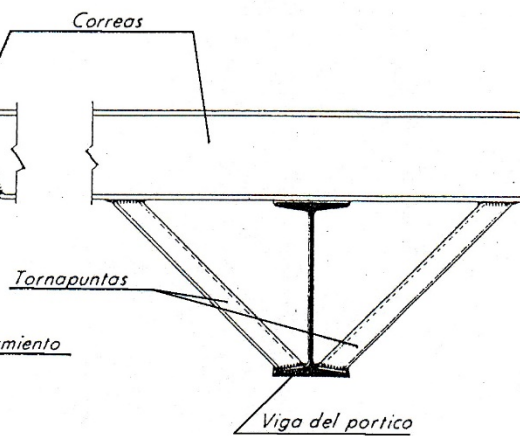
Fuente: Arnedo A, 2009

Apoyos y ejiones

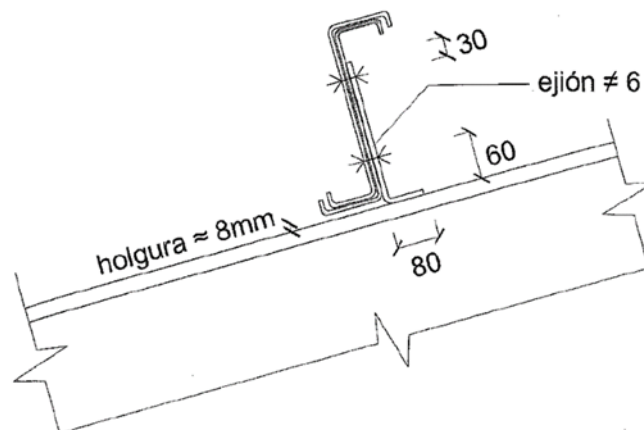
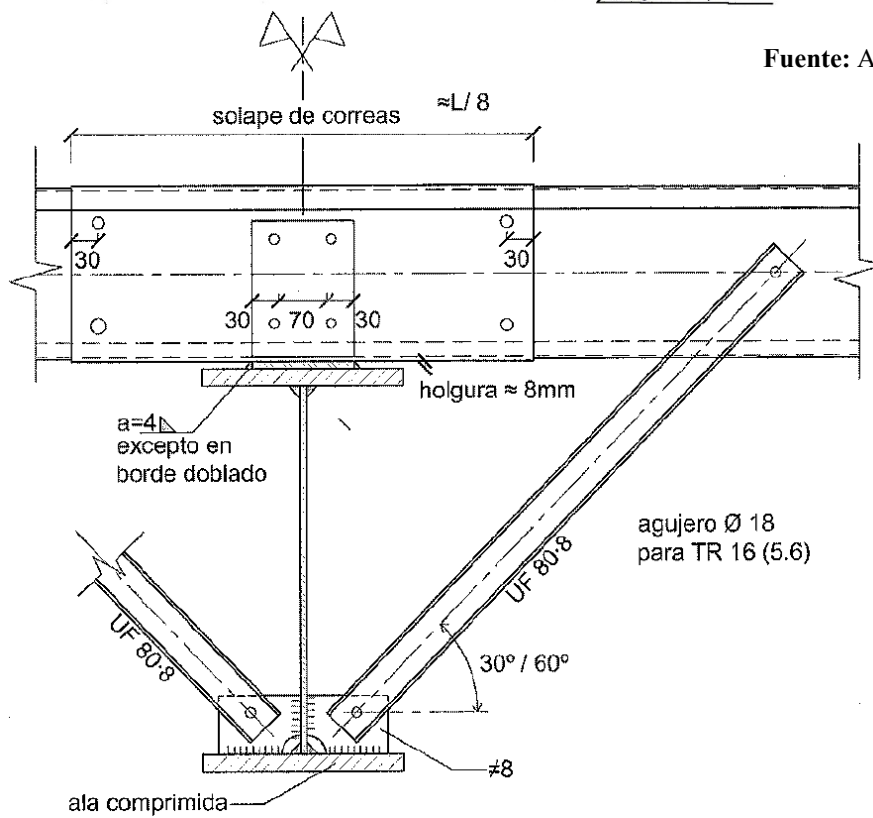
ACARTELAMIENTO DE LA CORREA



TORNAPUNTAS



Fuente: Argüelles R, 1975



Fuente: Arnedo A, 2009