

Construcciones Metálicas y de Madera I



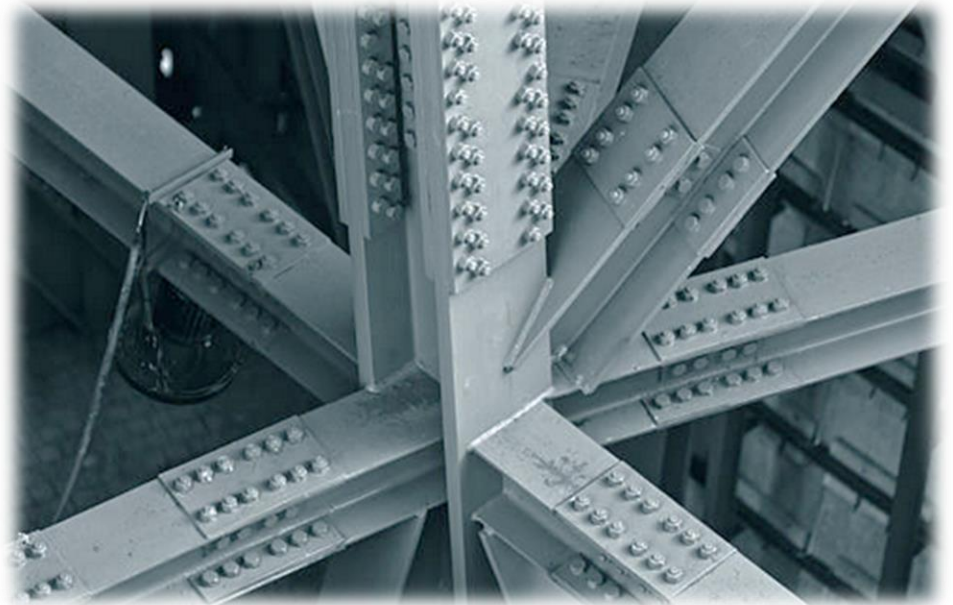
UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



FACULTAD
DE INGENIERÍA



Diseño de uniones. Ejemplos en naves industriales



2022. Modificado 2023



Diseño de conexiones

El diseño de las conexiones de una construcción de acero es parte de un proceso más amplio que comprende el diseño de toda la estructura.

Ambos procesos están estrechamente relacionados y su desarrollo requiere aplicar un procedimiento que se basa en pautas similares:

- Planteo del problema
- Análisis comparativo de alternativas
- Elección de una solución
- Desarrollo de la solución adoptada





Proceso general para el diseño de conexiones

1. Conocer datos generales, geometría, secciones de los elementos a conectar, etc.

2. Evaluar solicitaciones (resistencia requerida) en la conexión

3. Seleccionar el medio de unión a emplear

4. Definir la configuración geométrica de la conexión

5. Calcular la conexión de acuerdo con la reglamentación vigente

6. Completar el diseño y detallar la conexión



Proceso general para el diseño de conexiones

1. Conocer datos generales, geometría, secciones de los elementos a conectar, etc.

2. Evaluar solicitaciones (resistencia requerida) en la conexión

3. Seleccionar el medio de unión a emplear

4. Definir la configuración geométrica de la conexión

5. Calcular la conexión de acuerdo con la reglamentación vigente

6. Completar el diseño y detallar la conexión

Esta información debe suministrarla el responsable del cálculo estructural.

Resistencia requerida: valores máximos y mínimos según la distintas combinaciones de cargas definidas por el reglamento.



Proceso general para el diseño de conexiones

1. Conocer datos generales, geometría, secciones de los elementos a conectar, etc.

2. Evaluar solicitaciones (resistencia requerida) en la conexión

3. Seleccionar el medio de unión a emplear

- Soldadura: filete, a tope, botón o ranura.
- Pernos o bulones: tipo aplastamiento o deslizamiento crítico.
- Combinación de ambos

4. Definir la configuración geométrica de la conexión

5. Calcular la conexión de acuerdo con la reglamentación vigente

6. Completar el diseño y detallar la conexión



Proceso general para el diseño de conexiones

1. Conocer datos generales, geometría, secciones de los elementos a conectar, etc.

2. Evaluar solicitaciones (resistencia requerida) en la conexión

3. Seleccionar el medio de unión a emplear

4. Definir la configuración geométrica de la conexión

5. Calcular la conexión de acuerdo con la reglamentación vigente

6. Completar el diseño y detallar la conexión

Múltiples alternativas

Análisis comparativo de ventajas y desventajas considerando aspectos y requerimientos:

- Estructurales (solicitaciones, deformaciones)
- Constructivos (transporte y montaje)
- Económicos
- Funcionales y arquitectónicos
- Ambientales y de durabilidad.



Proceso general para el diseño de conexiones

1. Conocer datos generales, geometría, secciones de los elementos a conectar, etc.

2. Evaluar solicitaciones (resistencia requerida) en la conexión

3. Seleccionar el medio de unión a emplear

4. Definir la configuración geométrica de la conexión

5. Calcular la conexión de acuerdo con la reglamentación vigente

6. Completar el diseño y detallar la conexión

- **CIRSOC 301, Cap. J**
- CIRSOC 302 (Tubos), Cap. 9
- CIRSOC 303, Cap. E
- CIRSOC 304 (Soldadura)
- CIRSOC 305 (Uniones con pernos de alta resistencia)
- CIRSOC 306 (Antenas), Sec. 4.9
- CIRSOC 308 (Estr. Livianas), Cap. 9



Proceso general para el diseño de conexiones

1. Conocer datos generales, geometría, secciones de los elementos a conectar, etc.

2. Evaluar solicitaciones (resistencia requerida) en la conexión

3. Seleccionar el medio de unión a emplear

4. Definir la configuración geométrica de la conexión

5. Calcular la conexión de acuerdo con la reglamentación vigente

6. Completar el diseño y detallar la conexión

- Planos de detalles (notación de soldadura)
- Especificaciones técnicas



Ejemplo: diseño de conexiones en un pórtico de una nave industrial

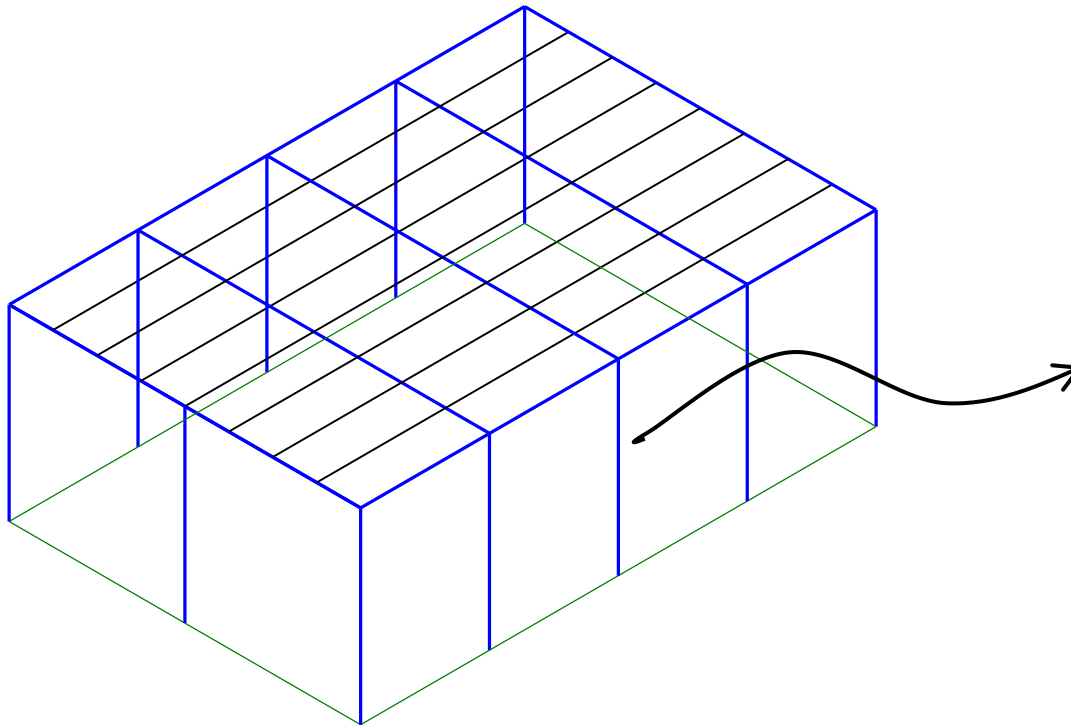
Diseño conceptual de la nave:

- Materiales
- Tipo estructural
- Organización espacial

Estructura transversal tipo:

Varias opciones, cada una con ventajas y desventajas.

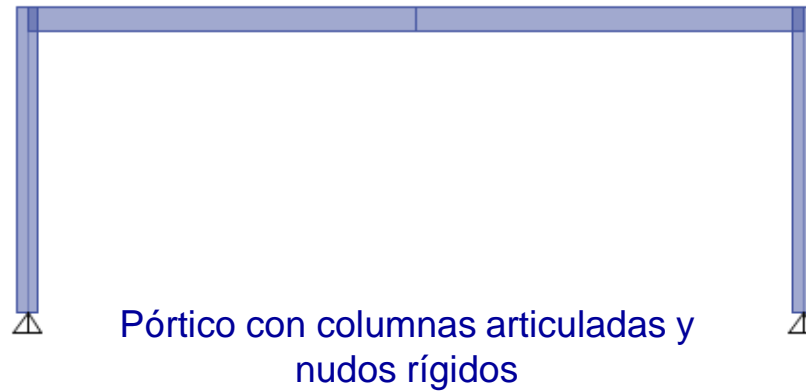
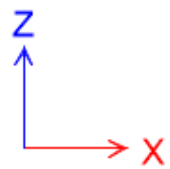
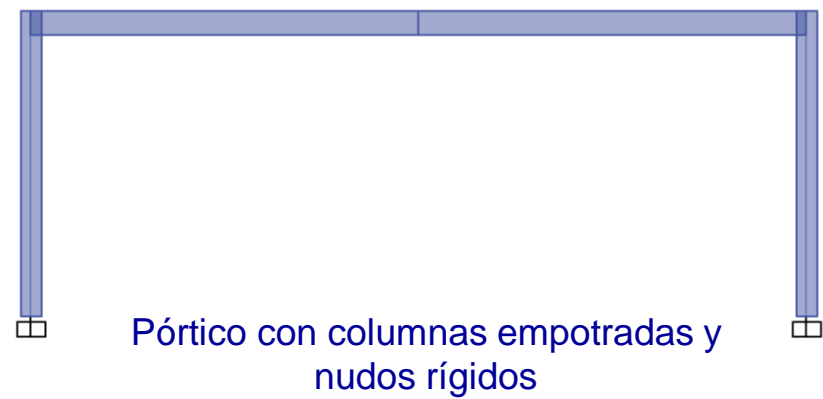
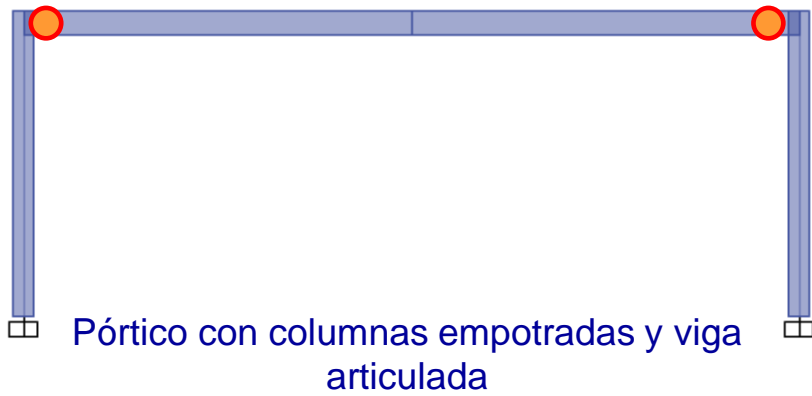
Análisis comparativo de alternativas



- Vínculos
- Tipo de nudos: rígidos, flexibles, articulaciones
- Tipo de barras: alma llena o reticulados
- Secciones

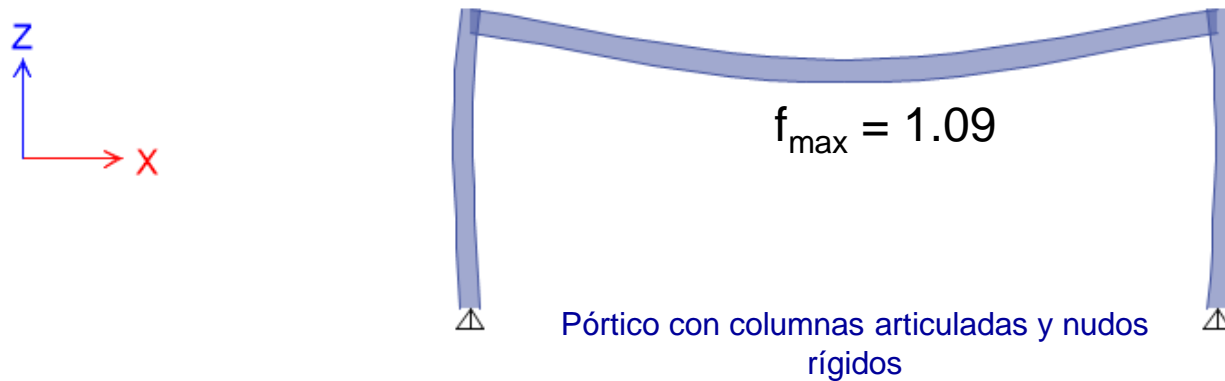
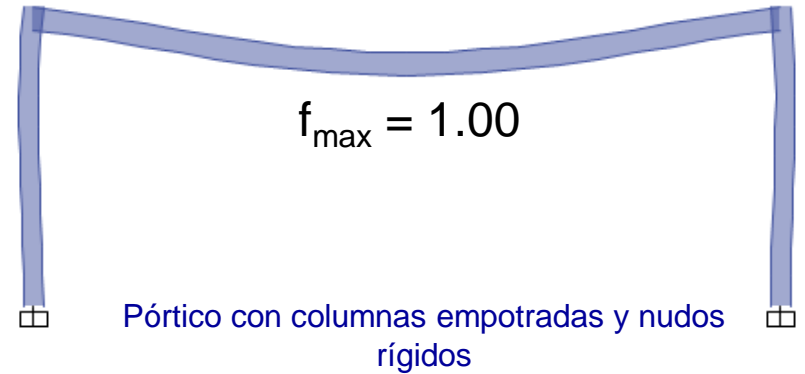
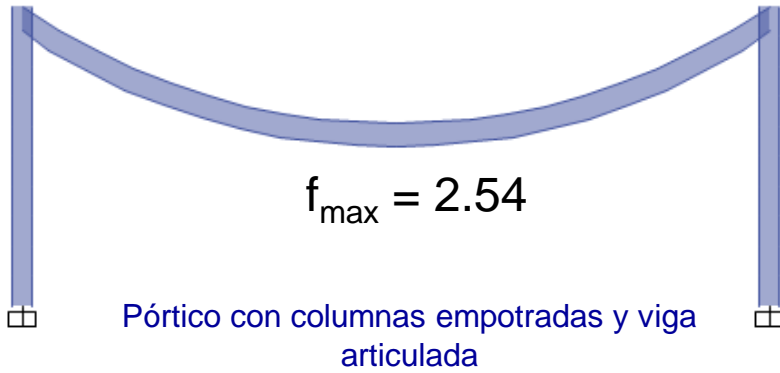


Pórticos con distintas condiciones de vínculo. Modelos





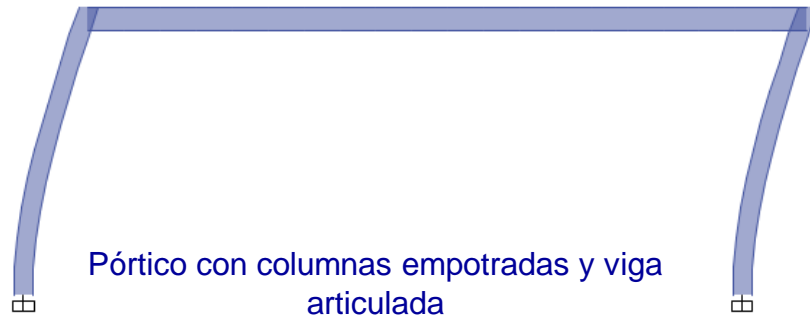
Deformada. Carga uniformemente distribuida en la viga D+L



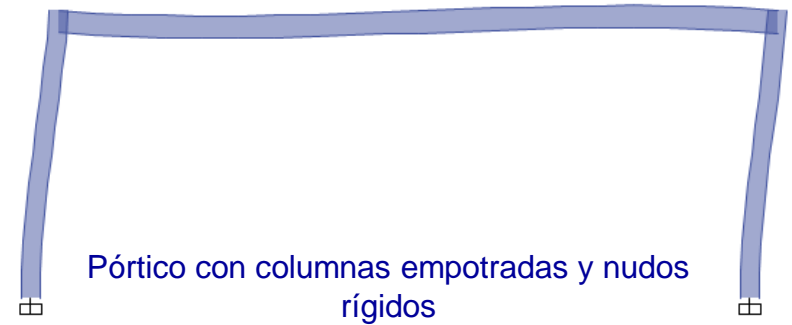


Deformada. Fuerza sísmica horizontal a nivel de cubierta E

$$d_{\max} = 2.31$$



$$d_{\max} = 1.00$$



$$d_{\max} = 4.35$$

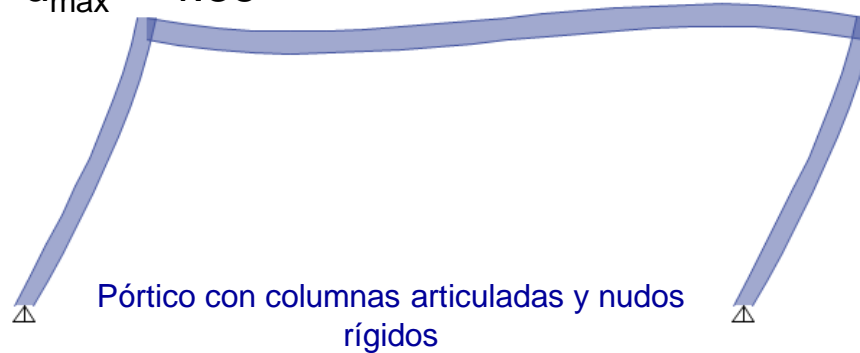
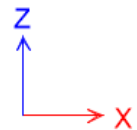




Diagrama de momentos flectores. Carga uniformemente distribuida en la viga, D+L

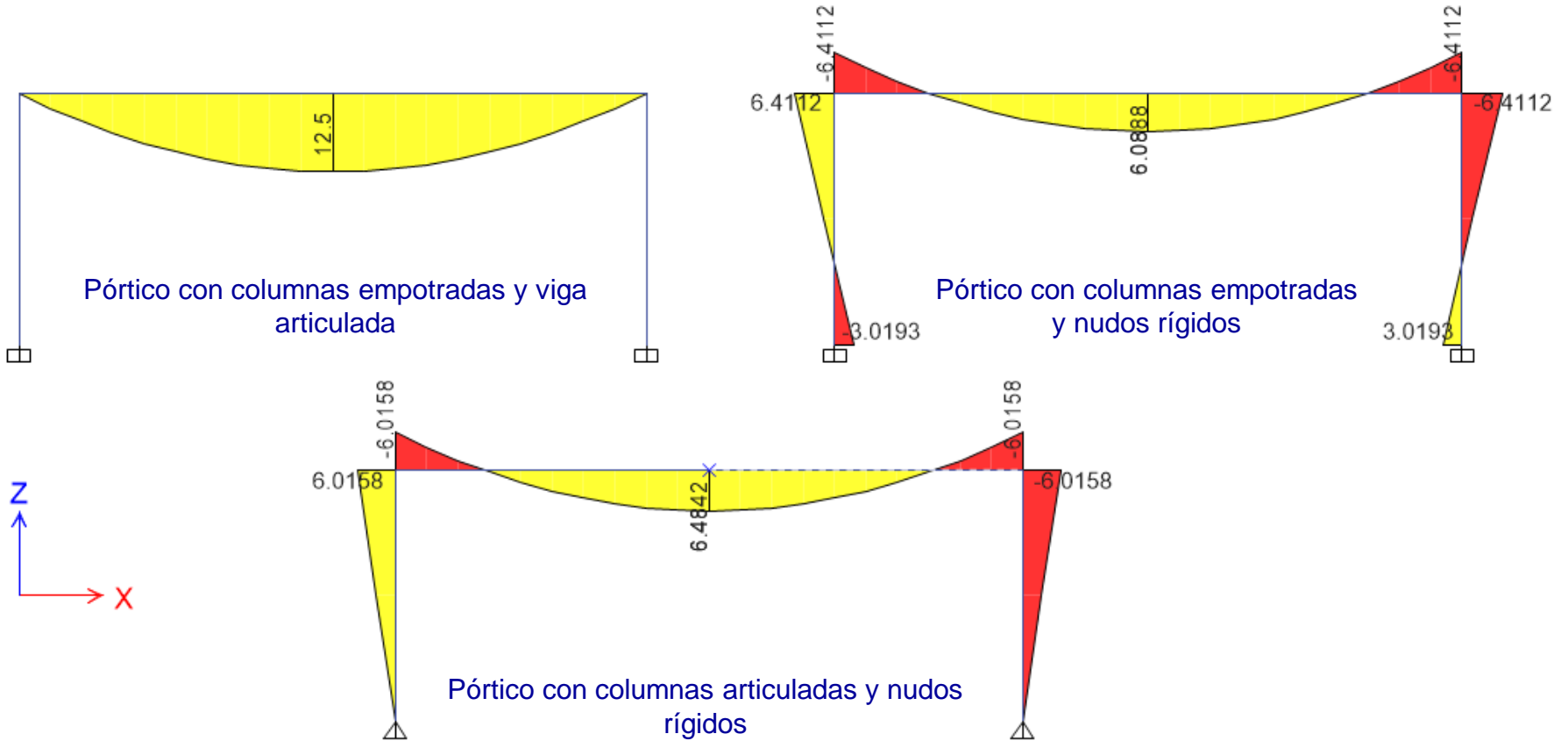




Diagrama de momentos flectores. Fuerza sísmica horizontal a nivel de cubierta, E

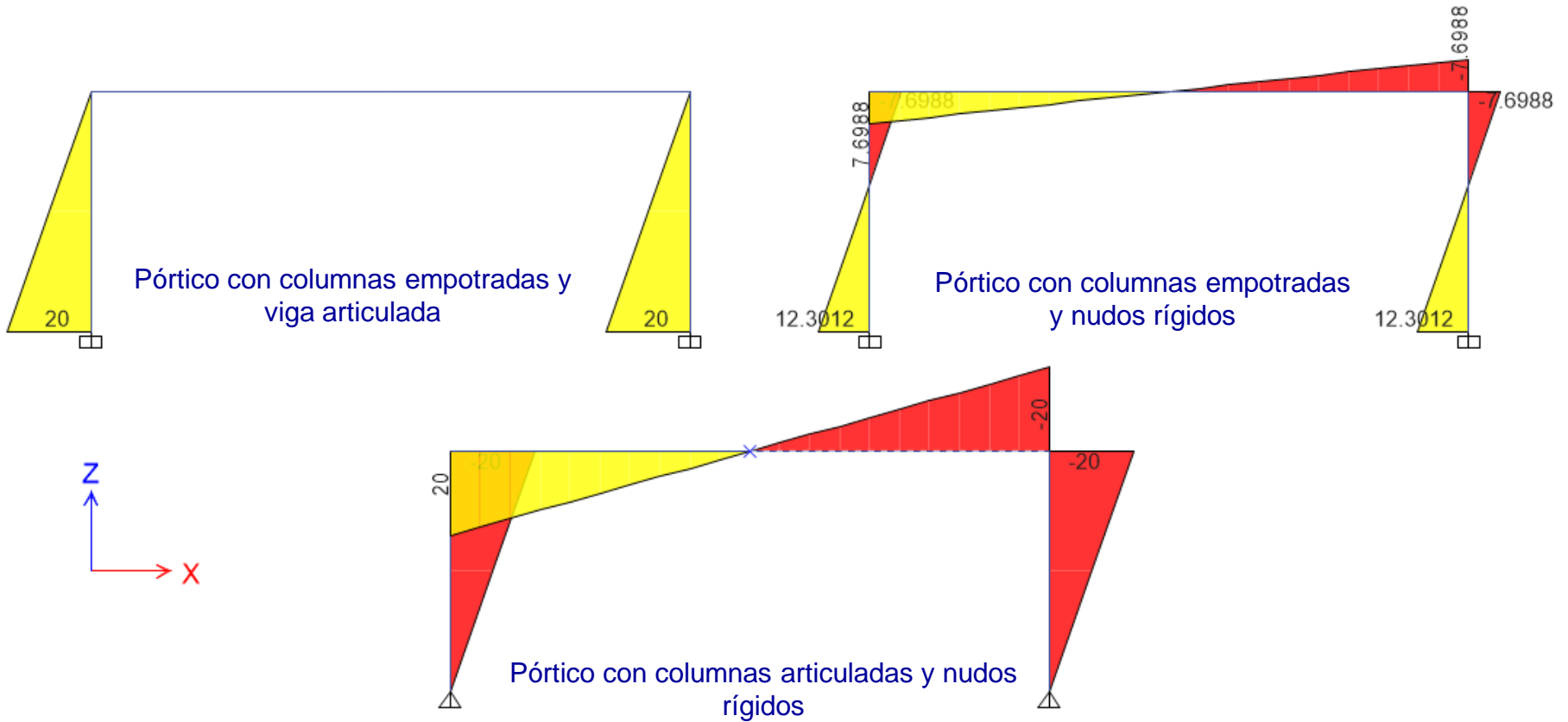
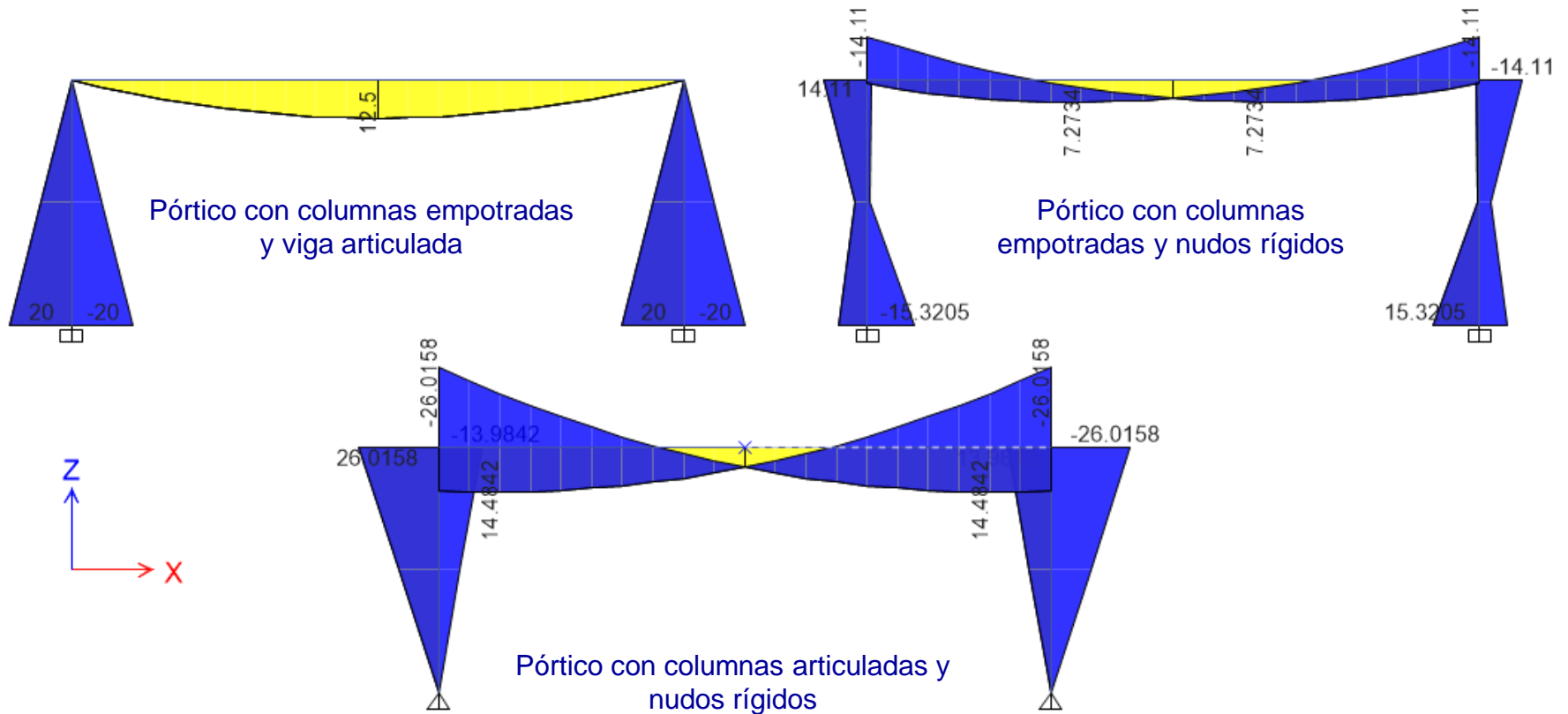




Diagrama de momentos flectores. Envolvente





Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Datos generales:

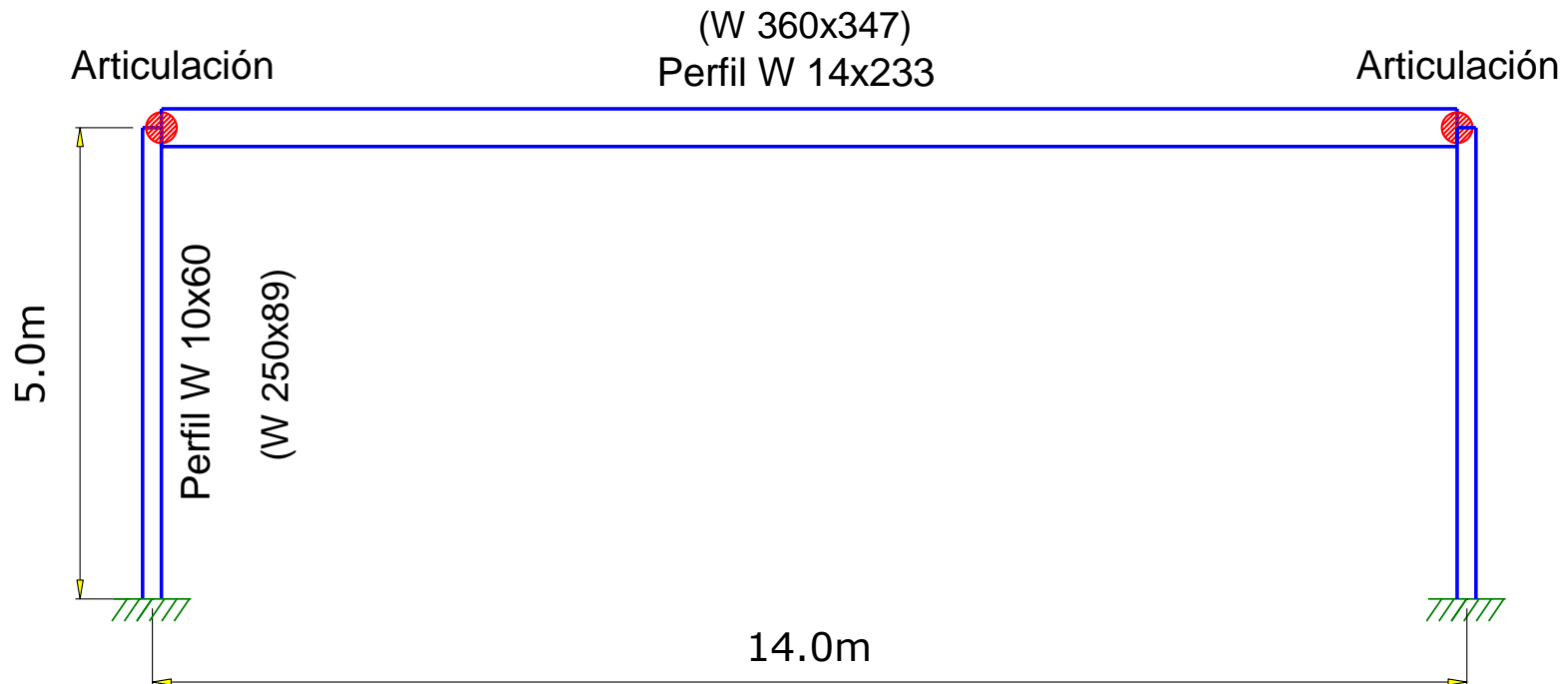
Conexión viga-columna de un pórtico (estructura transversal de una nave industrial)

Tipo de conexión: articulación

Columna: Perfil Serie W 10x60. Altura: $d=260\text{mm}$, ancho ala: $b_f=256\text{mm}$. Acero A36/F24

Viga: Perfil Serie W 14x233 . Altura: $d=407\text{mm}$, ancho ala: $b_f=404\text{mm}$ Acero A36 /F24

Los perfiles se definen según su denominación en pulgadas y (mm)





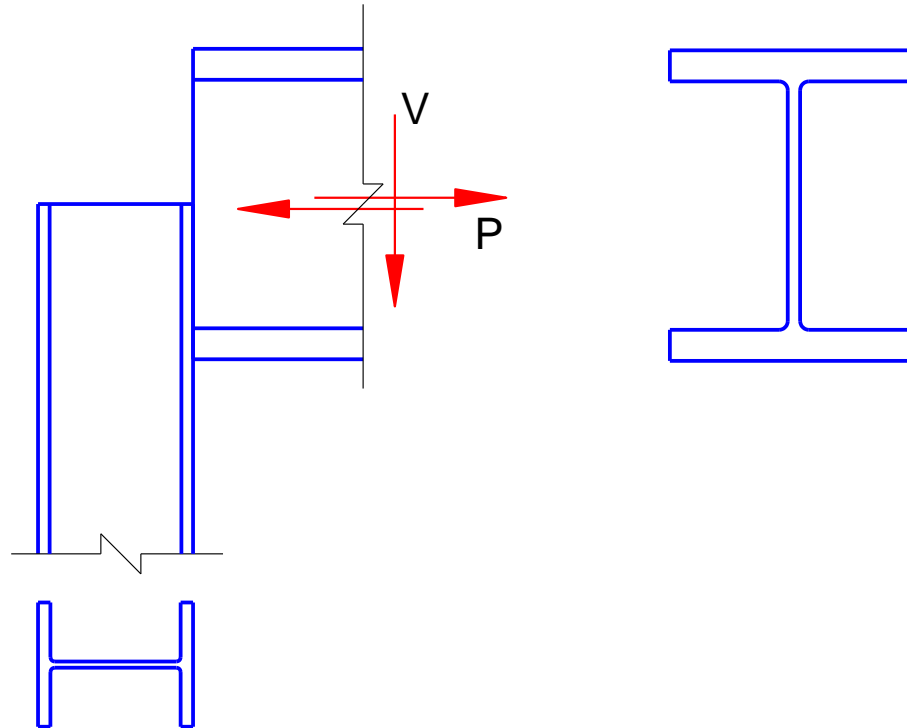
Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Solicitaciones:

A partir del análisis estructural se determinan las solicitaciones (resistencia requerida) para el diseño de la conexión:

Momento flector: $M = 0$ (articulación)

Corte en la viga: $V = 42$ kN

Carga axial en la viga: $P = \pm 25$ kN





Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Medios de unión

Se empleará una combinación de juntas soldadas (a ejecutar en taller) y juntas apernadas (a realizar en obra)

Soldadura:

Procedimiento: Soldadura por arco metálico protegido, SMAW

Material de aporte (electrodo): E60XX

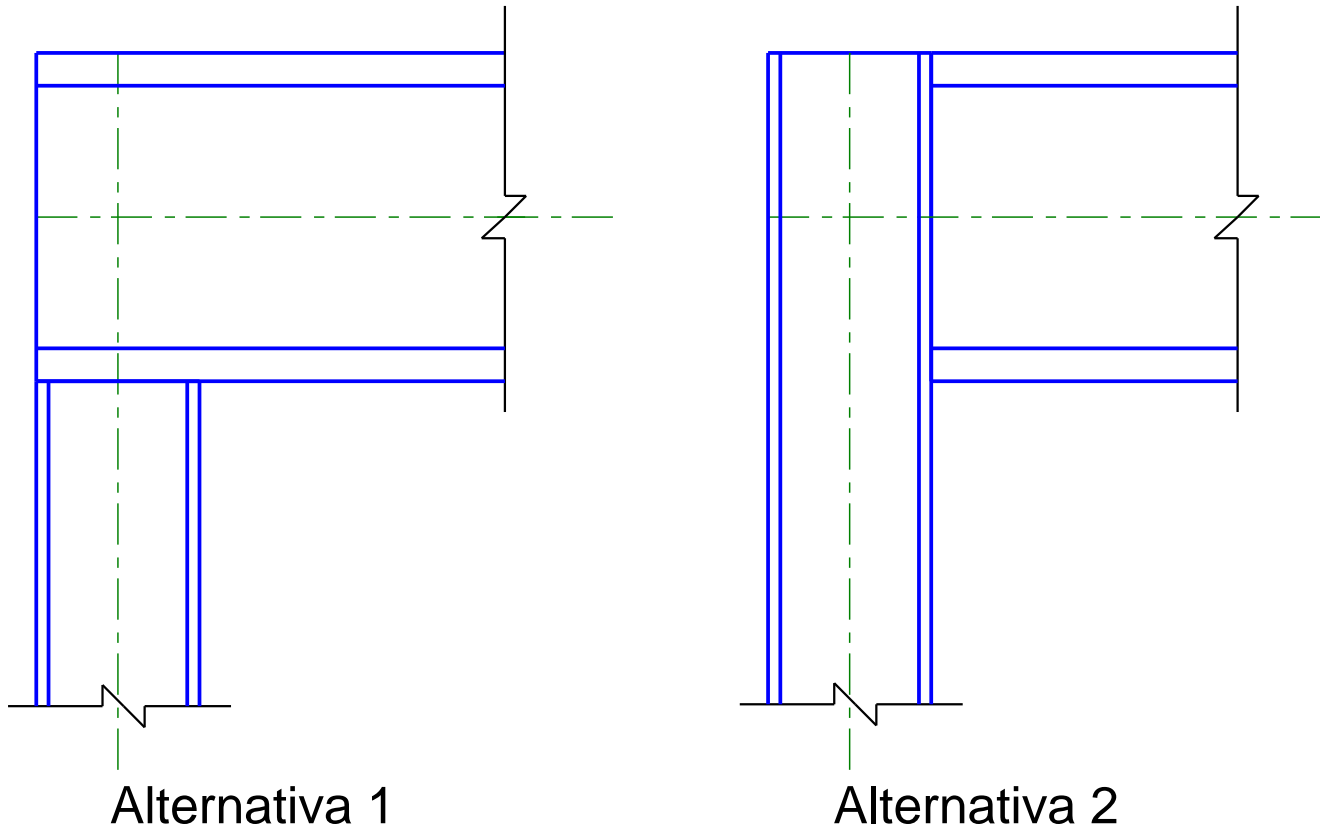
Pernos: A 307, tipo aplastamiento





Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Configuración geométrica de la conexión

Inicialmente consideramos dos alternativas y analizamos las características de cada una de ellas.

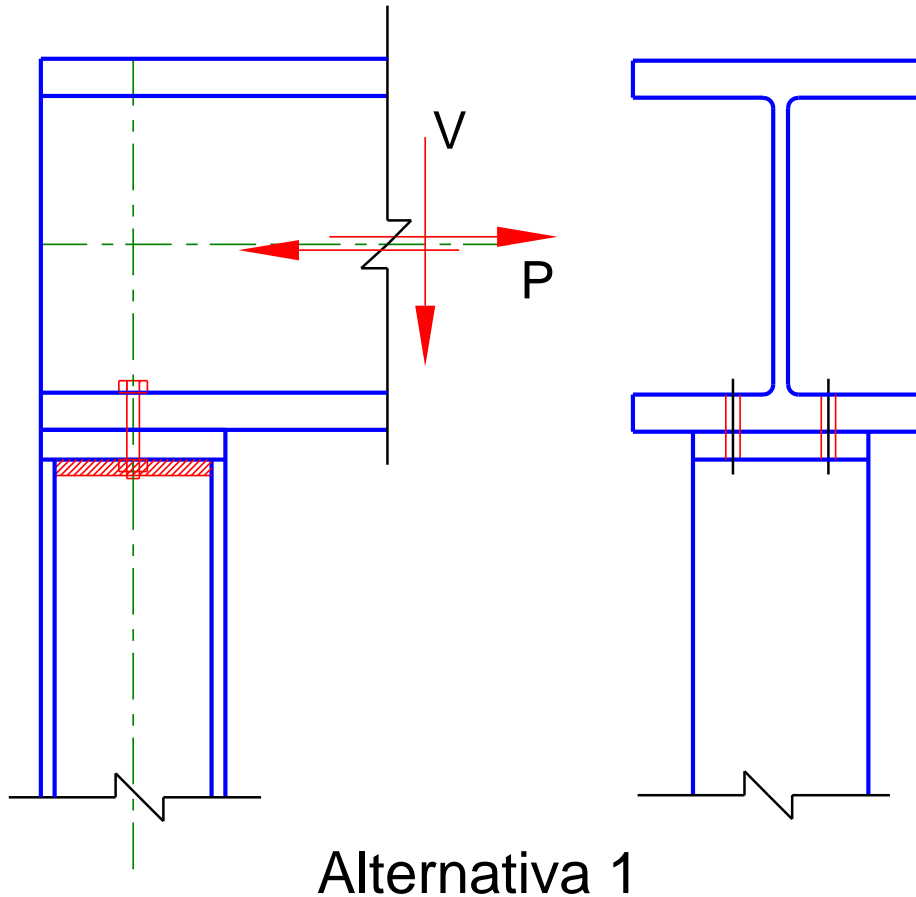




Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Configuración geométrica de la conexión

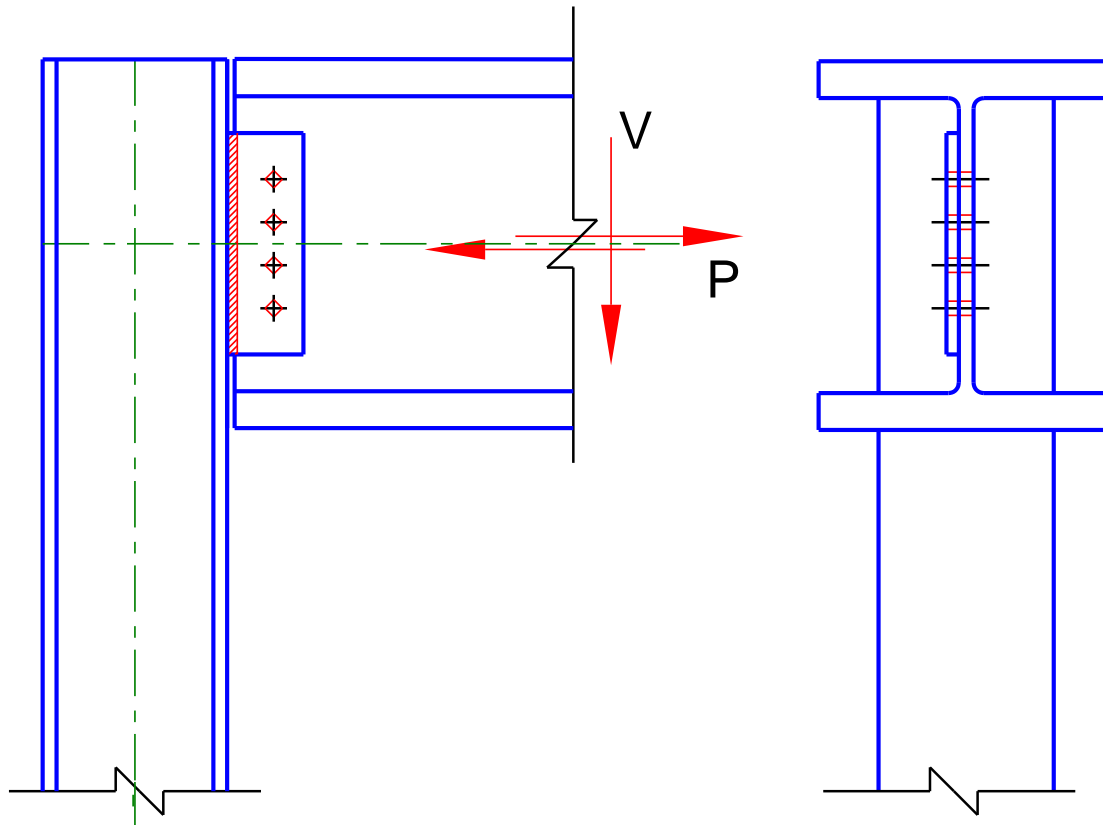
Se empleará en la conexión un combinación de juntas soldadas y juntas apernadas

Se incorporan elementos auxiliares





Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Configuración geométrica de la conexión

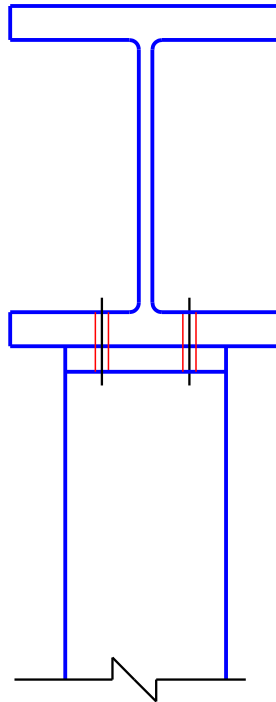
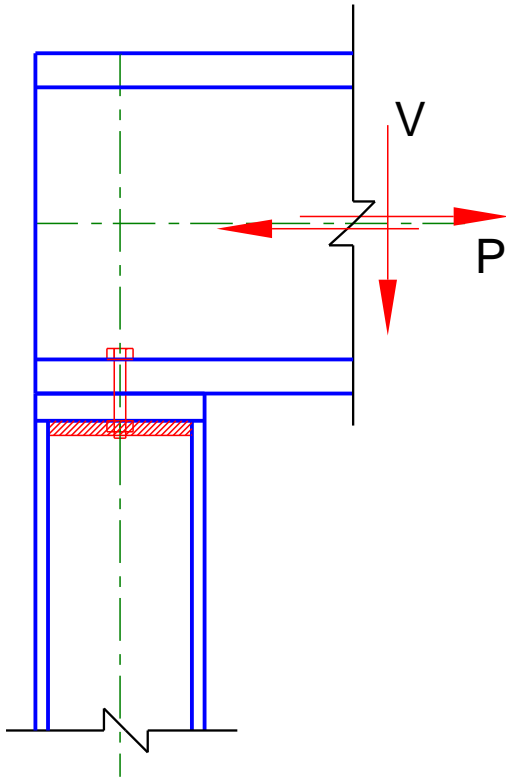


Alternativa 2



Ejemplo del proceso de diseño de conexiones – Cálculo y documentación técnica

Se adopta la alternativa 1



Cálculo

- Junta abulonada (entre el ala inferior del perfil y la placa superior de la columna. Bulones sometidos a corte.
- Junta soldada entre la placa auxiliar y la columna

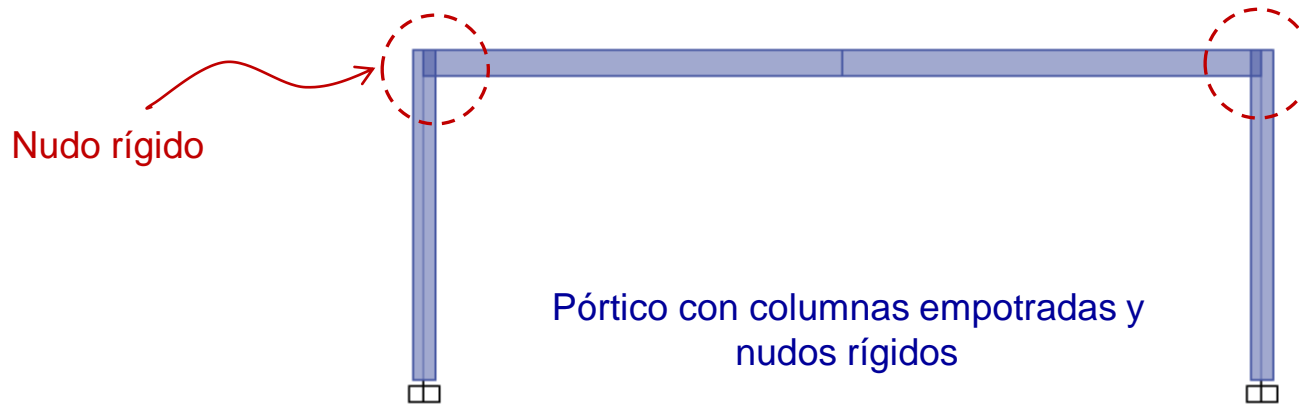
Memoria de cálculo

Planos de detalles



Uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

Para considerar otra alternativa, supongamos que en el diseño estructural se elige un pórtico resistente a momento con nudos rígidos:



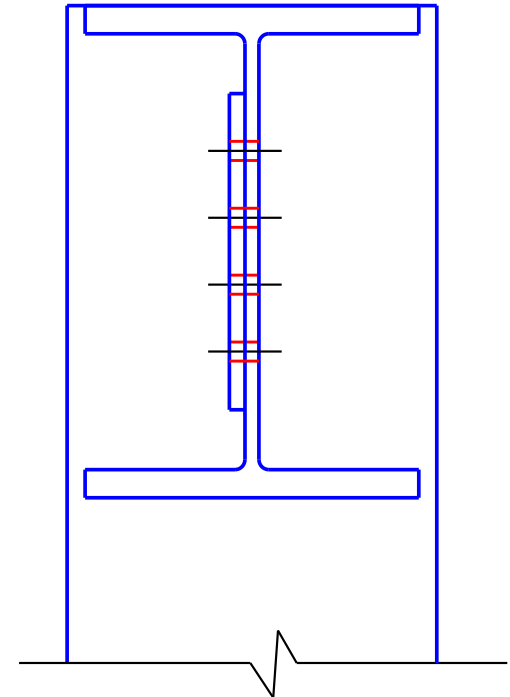
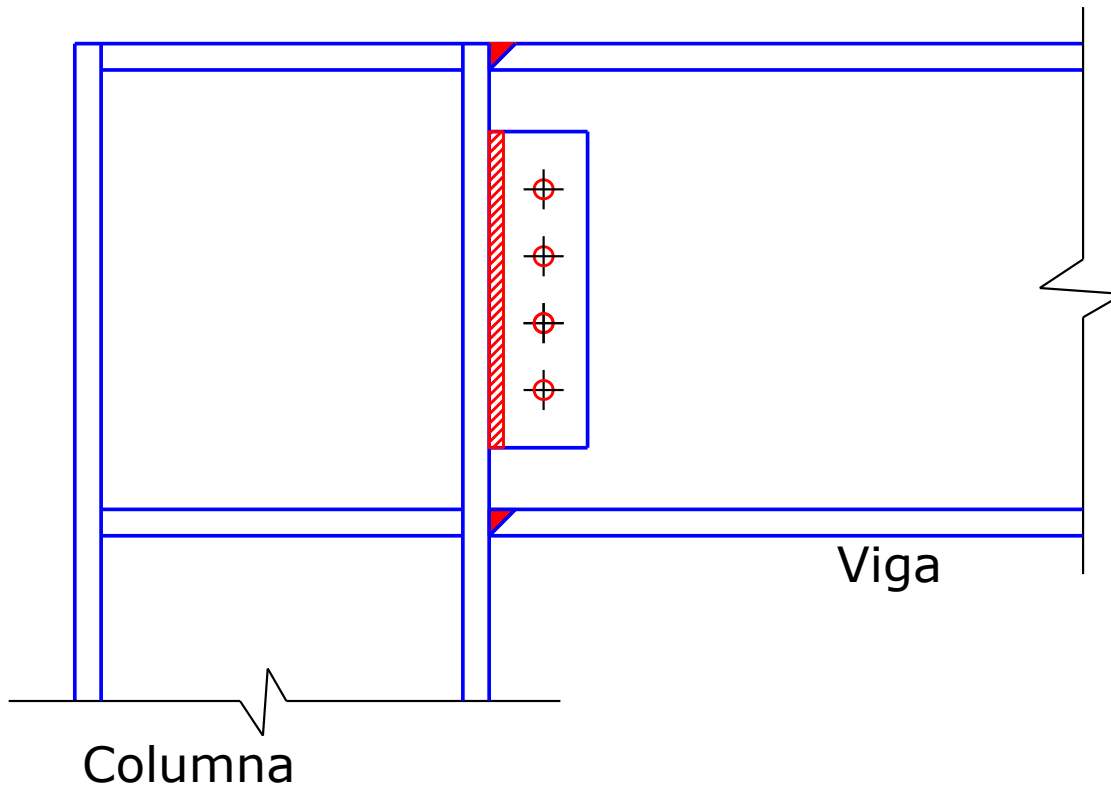
Nudos rígidos →

- Evitar giros relativos entre viga y columna
- Resistir solicitaciones de flexión



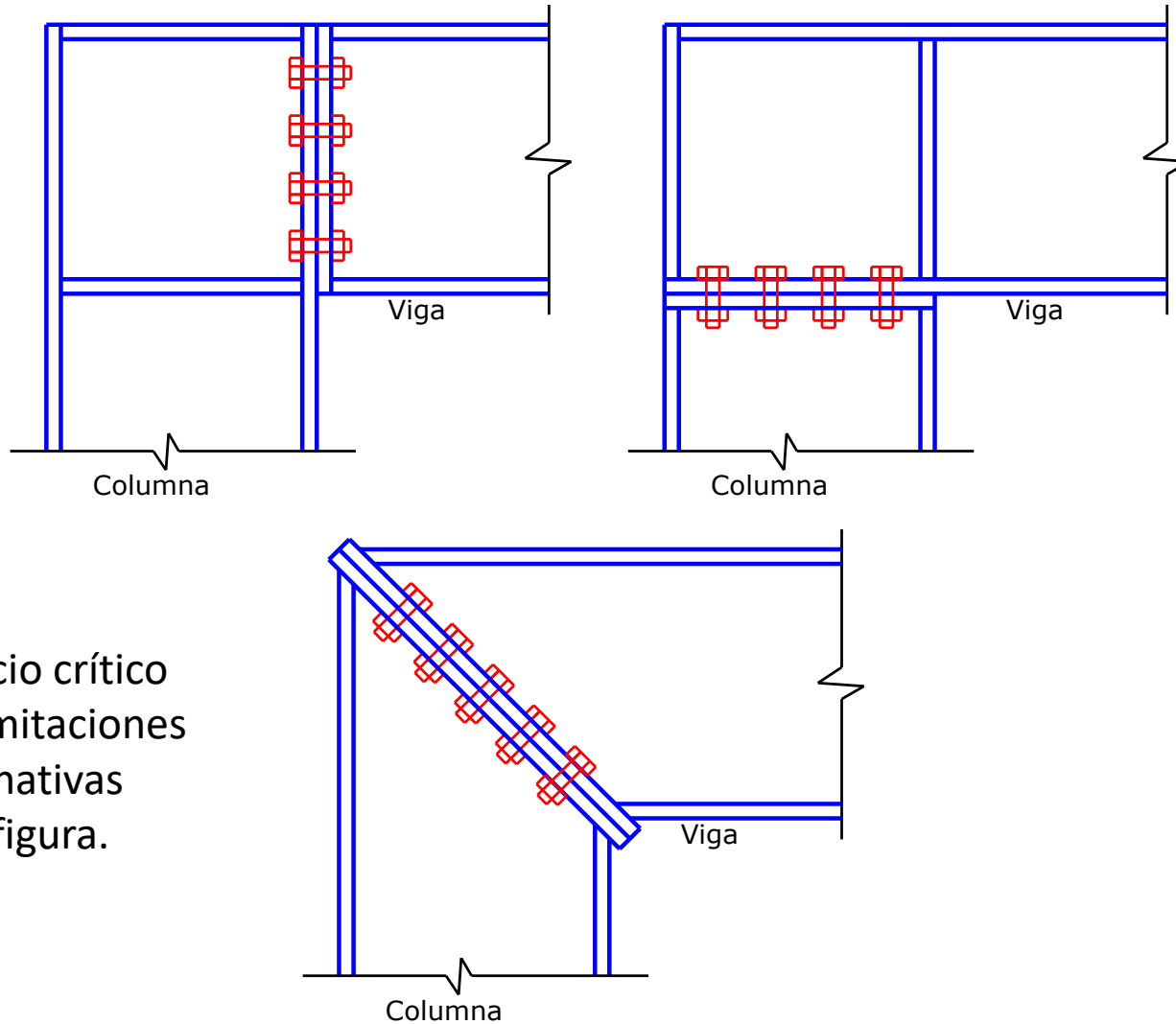
Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

- Junta abulonada en el alma de la viga con chapa auxiliar soldada al alma de columna.
- Juntas soldadas en las alas de la viga





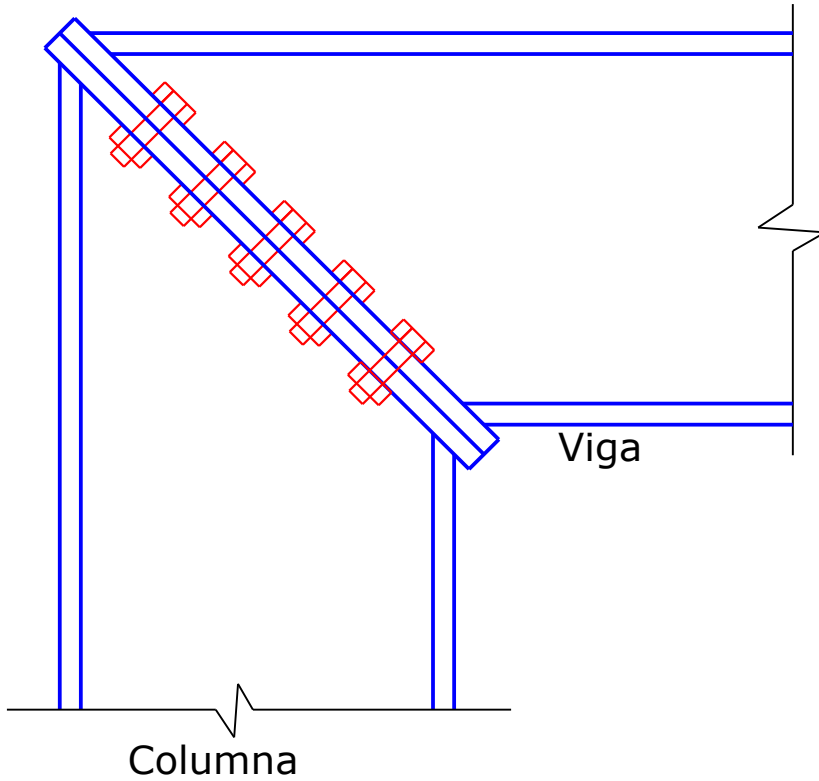
Ejemplos de uniones abulonadas viga-columna resistentes a momento



Analizar con juicio crítico las ventajas y limitaciones de las tres alternativas indicadas en la figura.



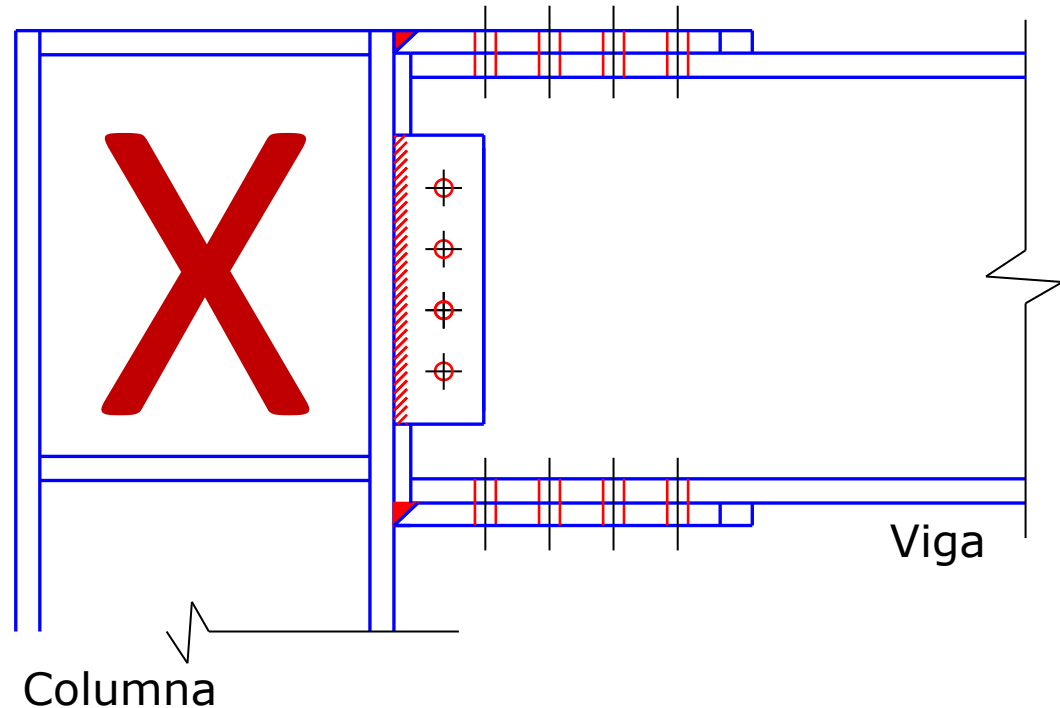
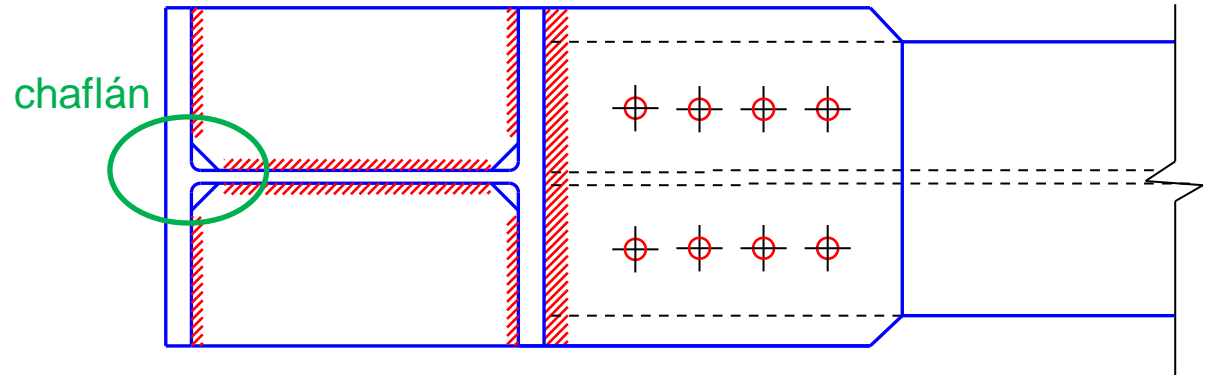
Ejemplos de uniones abulonadas viga-columna resistentes a momento





Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

- Junta abulonada en el alma de la viga con chapa auxiliar soldada al alma de columna.
- Juntas abulonadas en las alas con placas auxiliares soldadas a las alas de la columna.





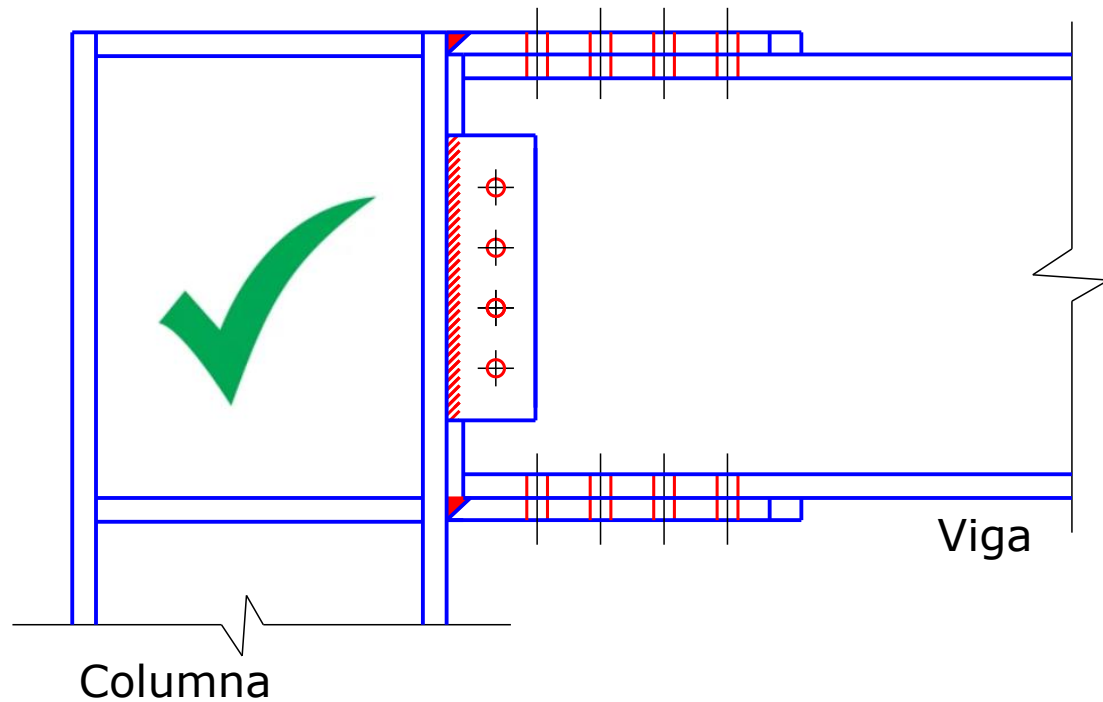
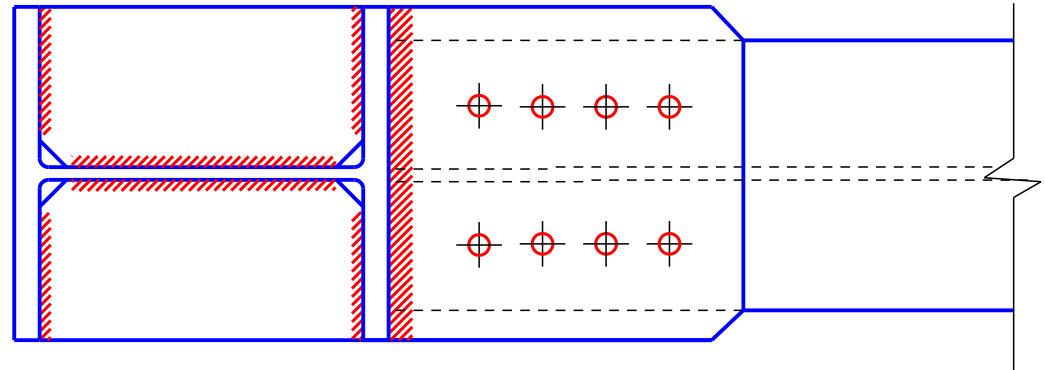
Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento





Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

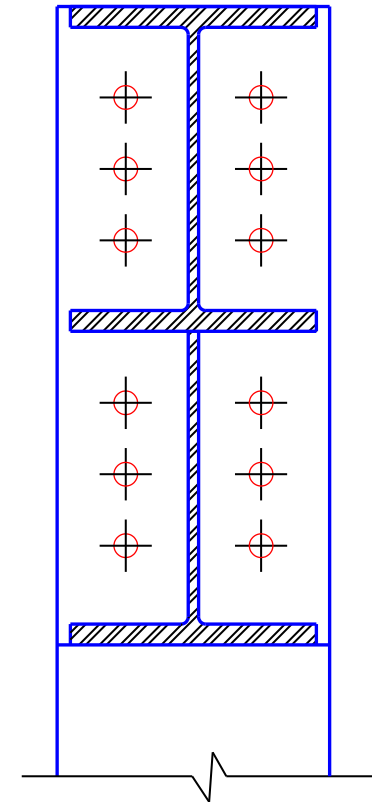
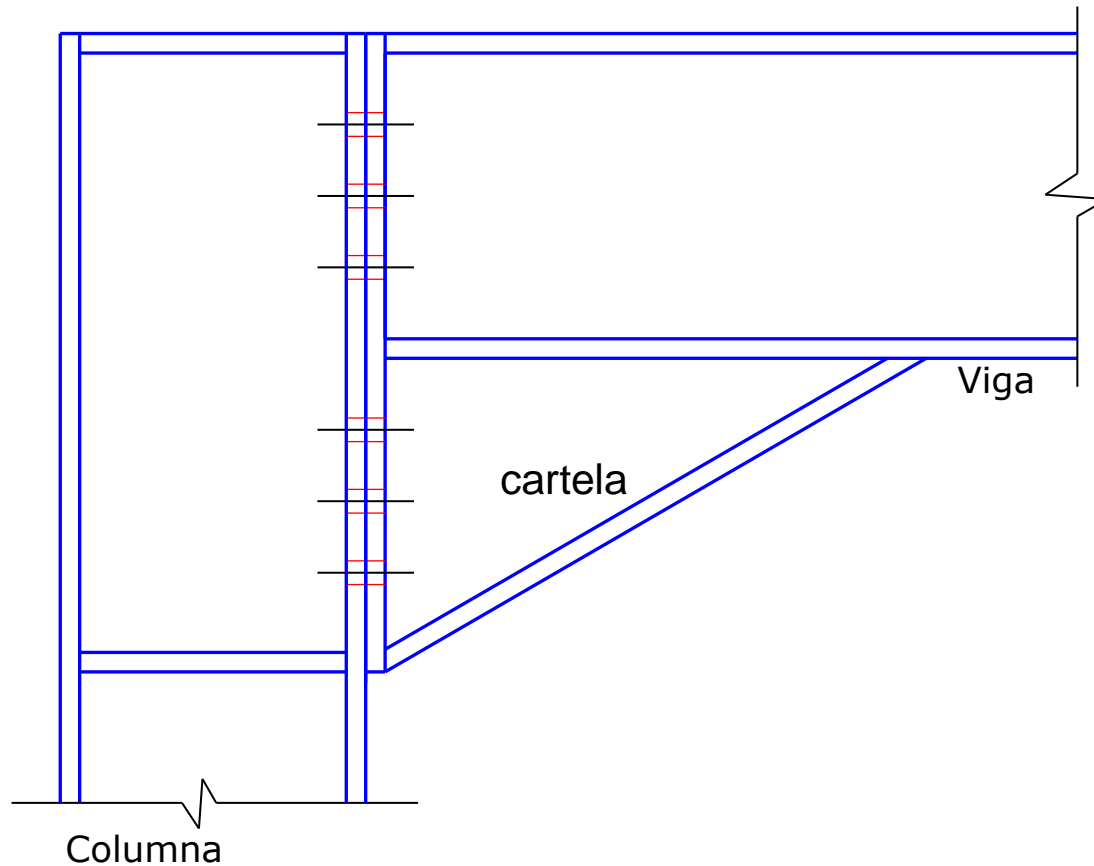
- Junta abulonada en el alma de la viga con chapa auxiliar soldada al alma de columna.
- Juntas abulonadas en las alas con placas auxiliares soldadas a las alas de la columna.





Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

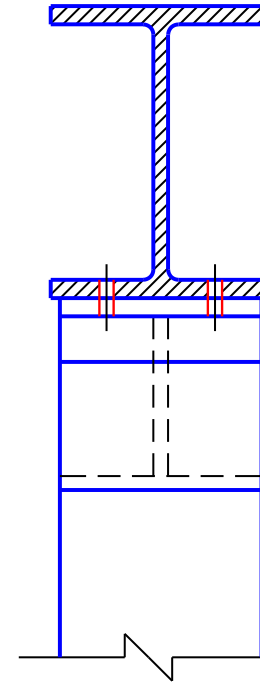
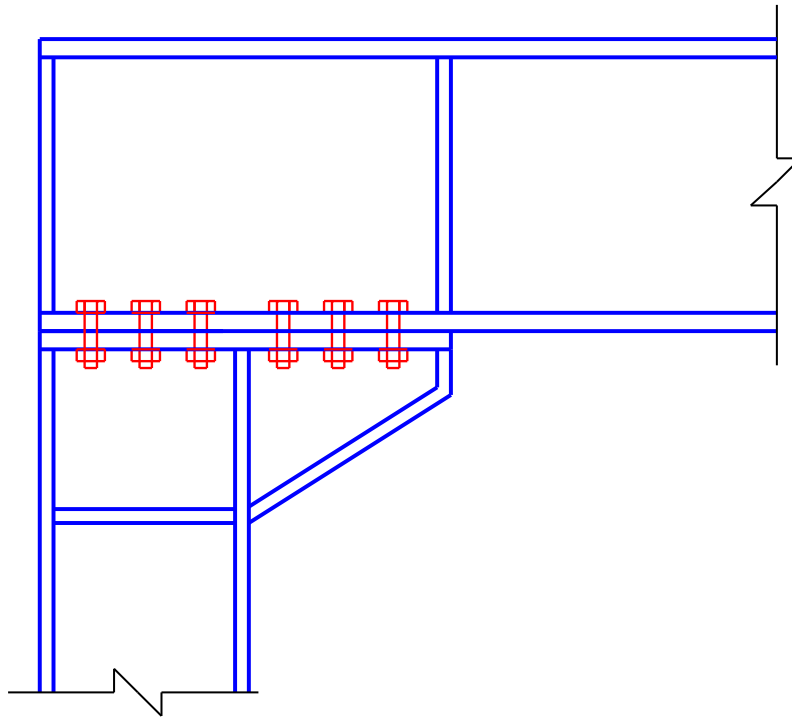
- Junta abulonada en todo el extremo de viga con chapa auxiliar soldada al alma y alas de la viga.
- Cartela de refuerzo soldada en extremo de viga.

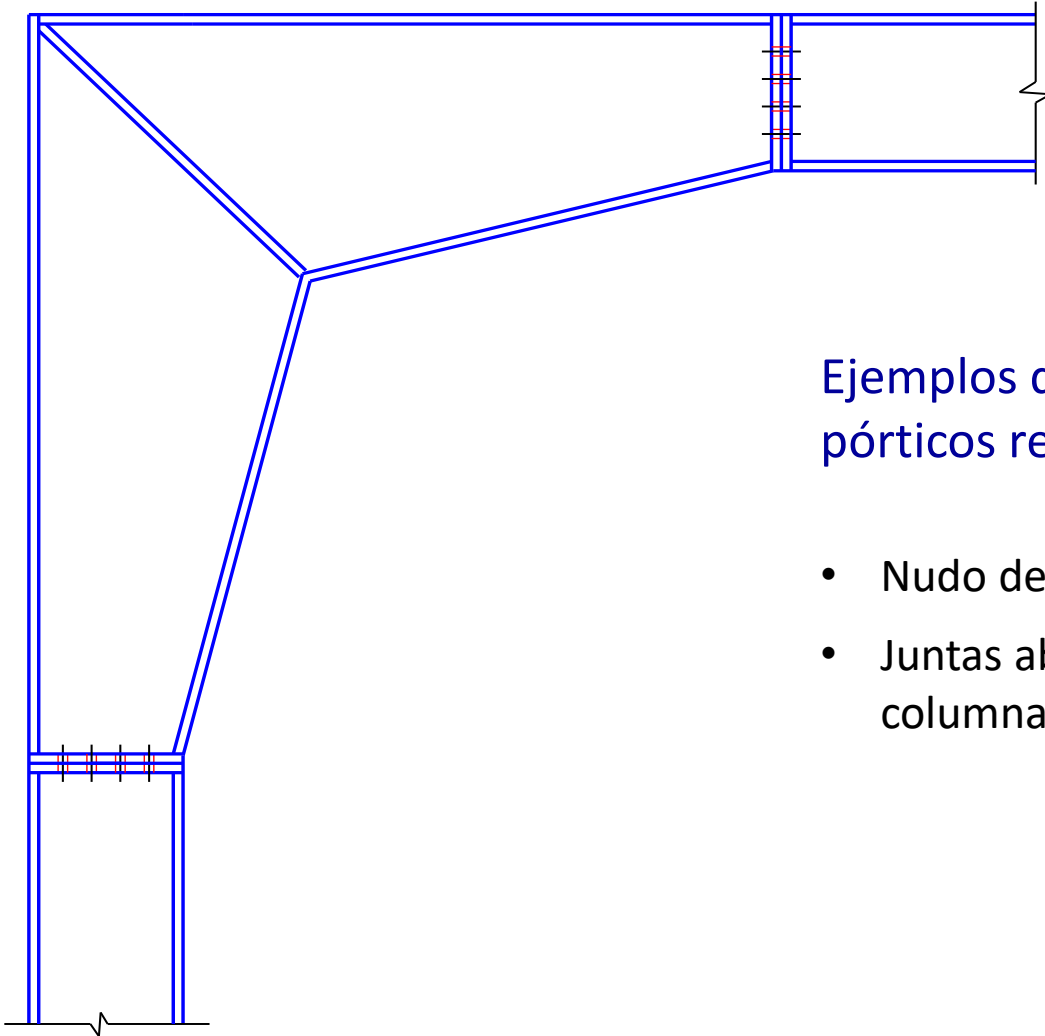




Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

- Junta abulonada en el extremo superior de la columna con chapa auxiliar soldada al alma y alas de la columna.
- Cartela de refuerzo soldada en extremo de columna





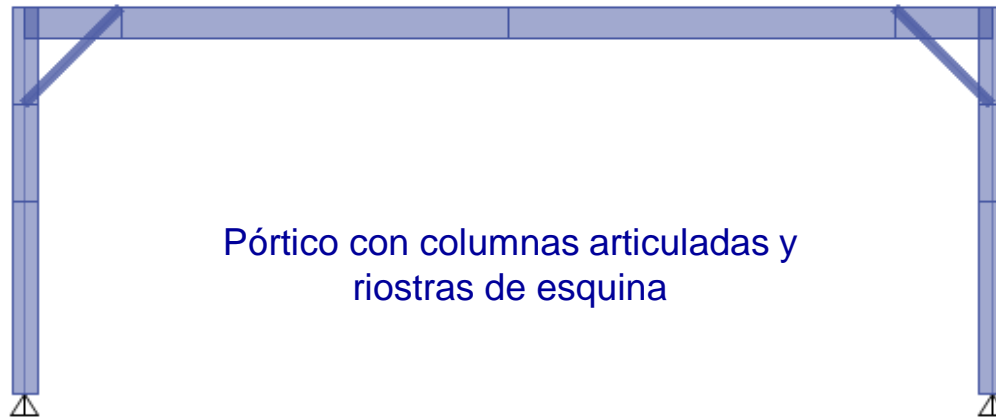
Ejemplos de uniones viga-columna en pórticos resistentes a momento

- Nudo de sección variable con rigidizador.
- Juntas abulonadas en extremo de viga y de columna con placas auxiliares soldadas.



Uniones en un pórtico resistentes a momento con riostras de esquina o tornapuntas

Para considerar otra alternativa, supongamos que en el diseño estructural se elige un pórtico resistente a momento con nudos rígidos:



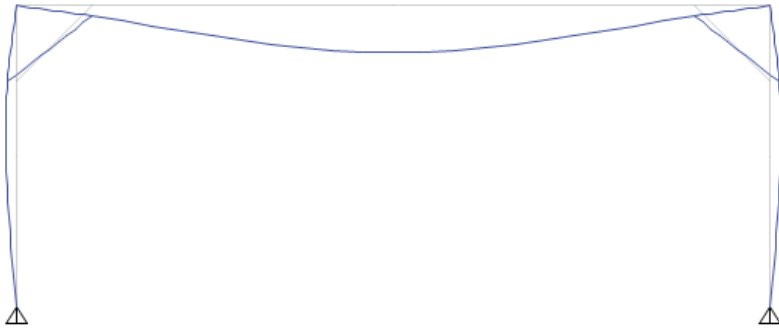
El uso de riostras de esquina permite:

- Reducir la longitud de flexión en las vigas y columnas
- Simplifica la unión viga-columna.

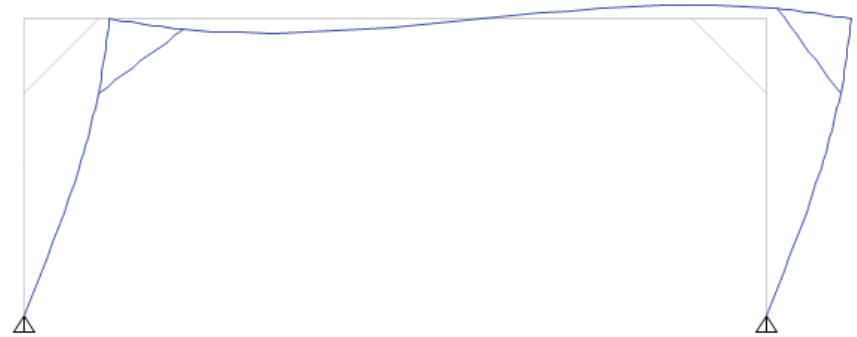


Uniones en un pórtico resistentes a momento con riostras de esquina o tornapuntas

Deformada



Carga uniformemente
distribuida en la viga D+L



Fuerza sísmica horizontal a nivel
de cubierta E

¿Cómo se determina la longitud de pandeo de las columnas en este caso?



Uniones en un pórtico resistentes a momento con riostras de esquina o tornapuntas

Diagrama de momentos flectores.

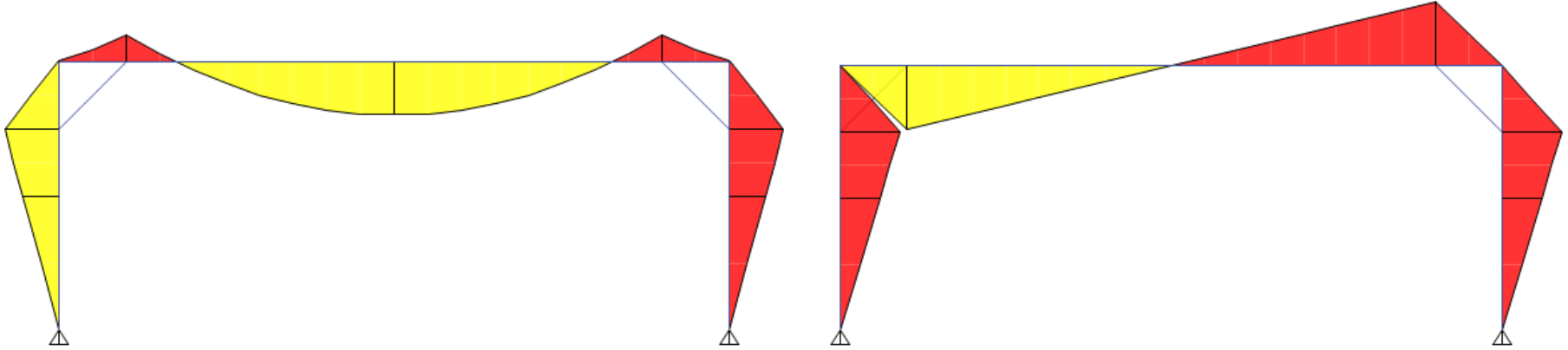
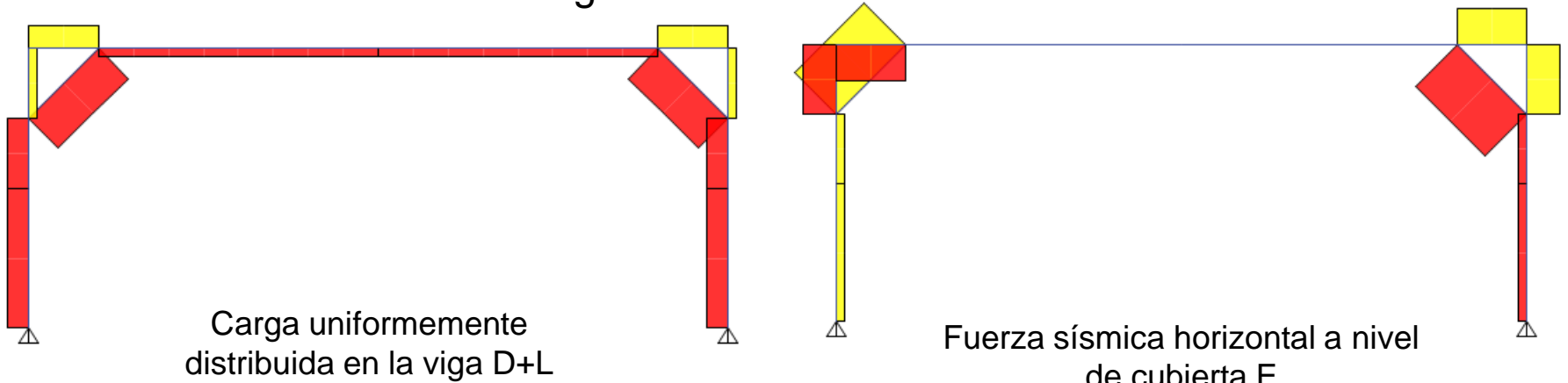
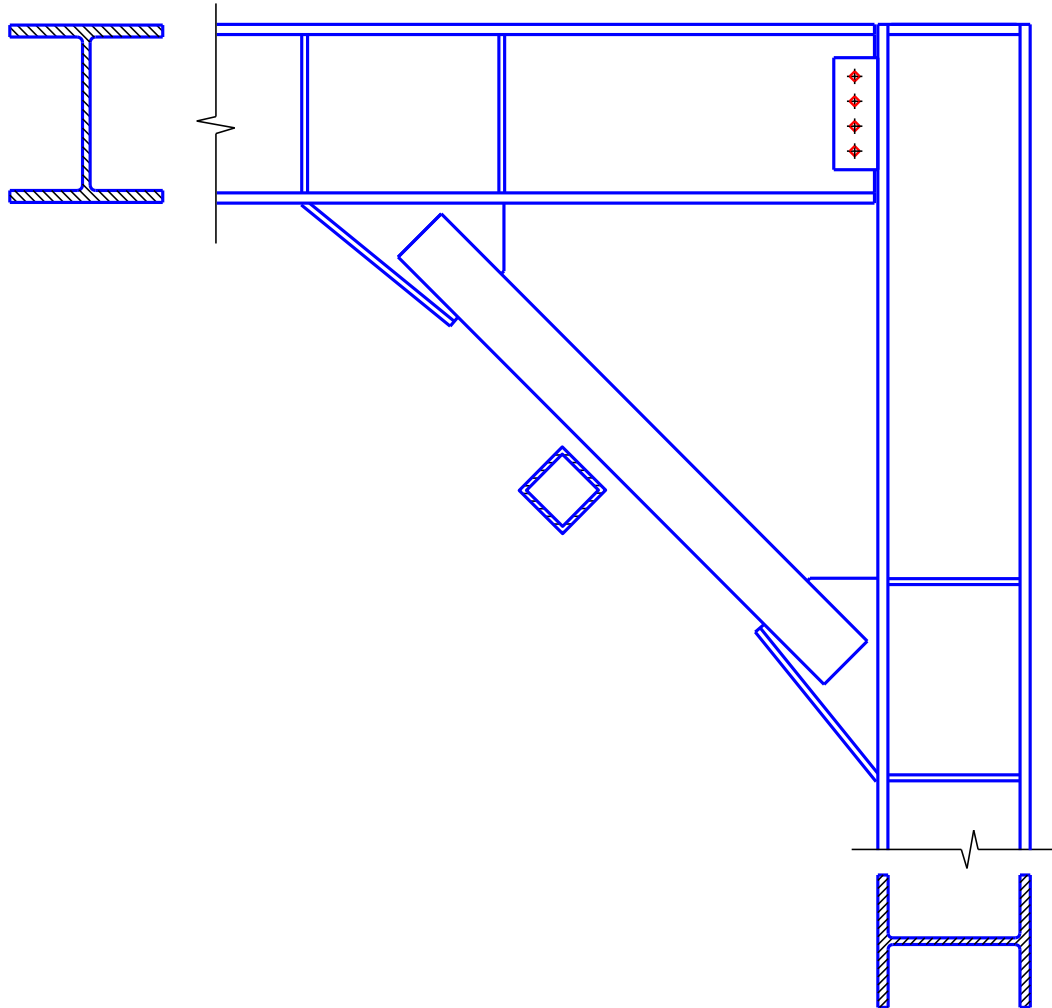


Diagrama de fuerzas axiales





Uniones en un pórtico resistentes a momento con riostras de esquina o tornapuntas



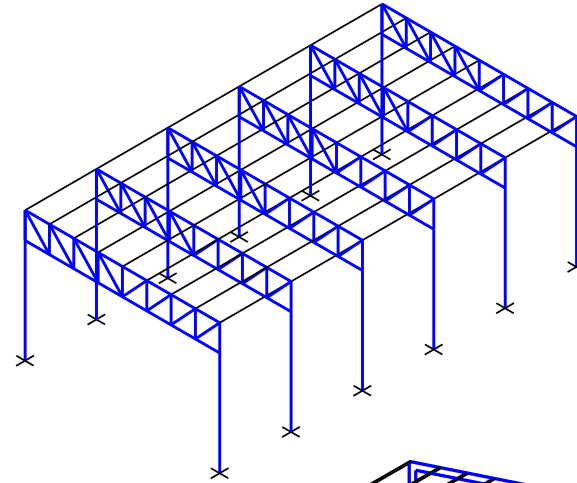


Otras alternativas

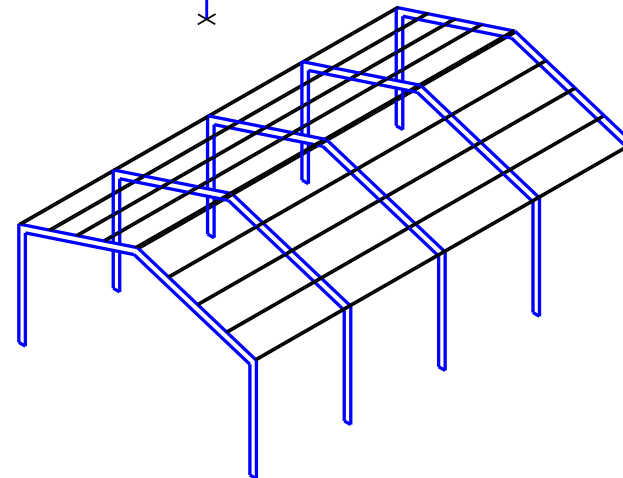
Se han mostrado ejemplos de conexiones viga-columna para el caso de articulación y nudo rígido, en un pórtico con secciones de alma llena y nudos a 90°.

Otras alternativas a considerar, con el objeto de practicar el procedimiento de diseño de conexiones, son:

- Pórtico con viga reticulada.

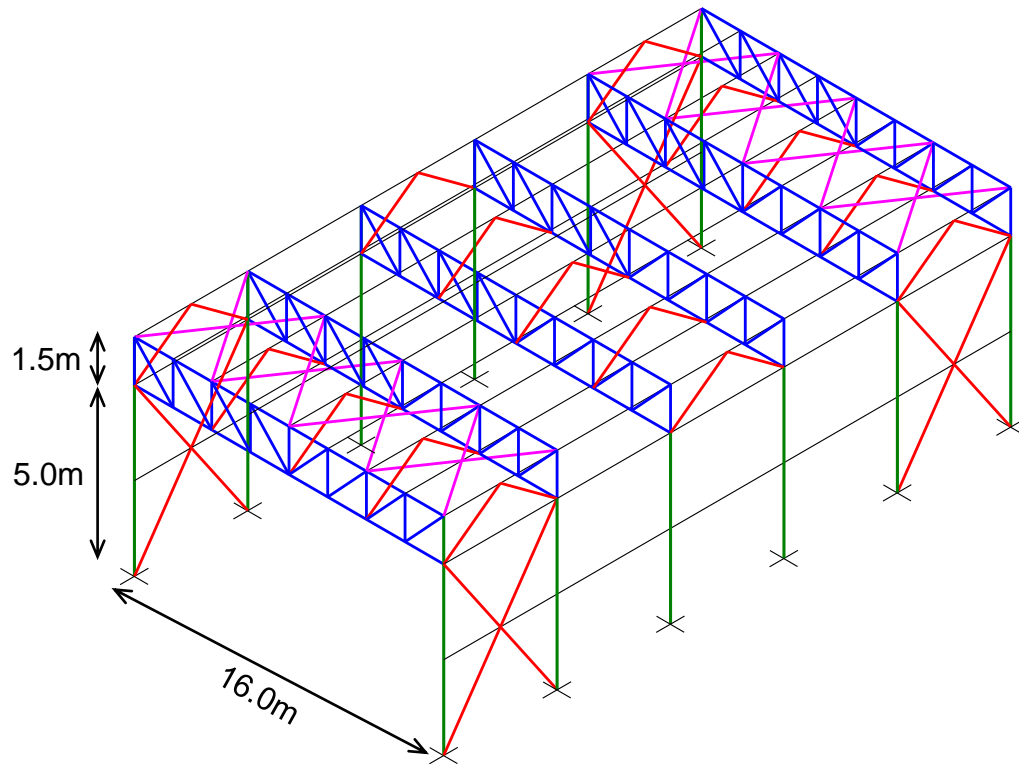


- Pórtico con viga a dos aguas.

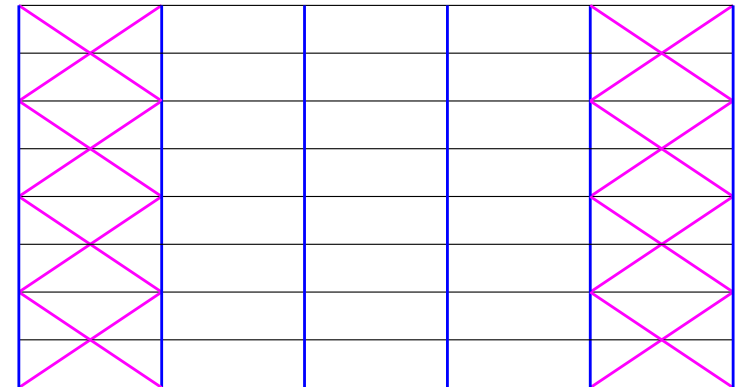




Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada de una nave industrial



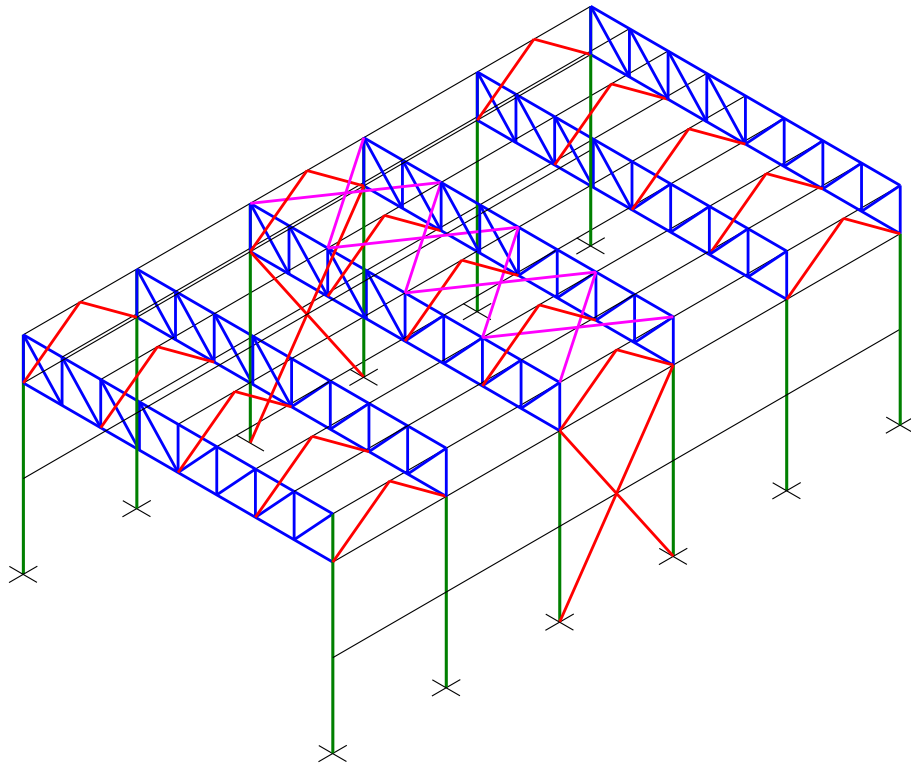
Vista 3D



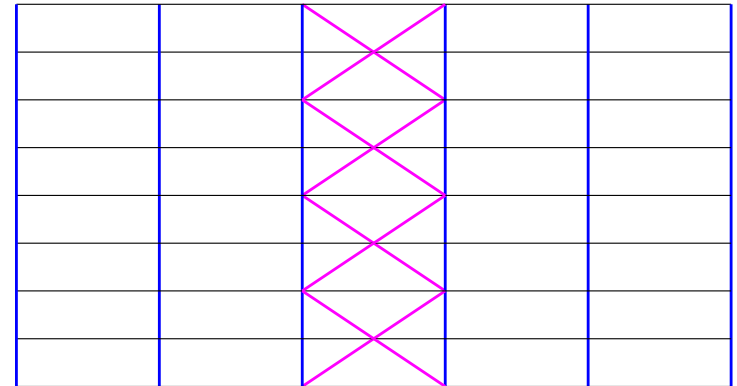
Planta cubierta



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



Vista 3D

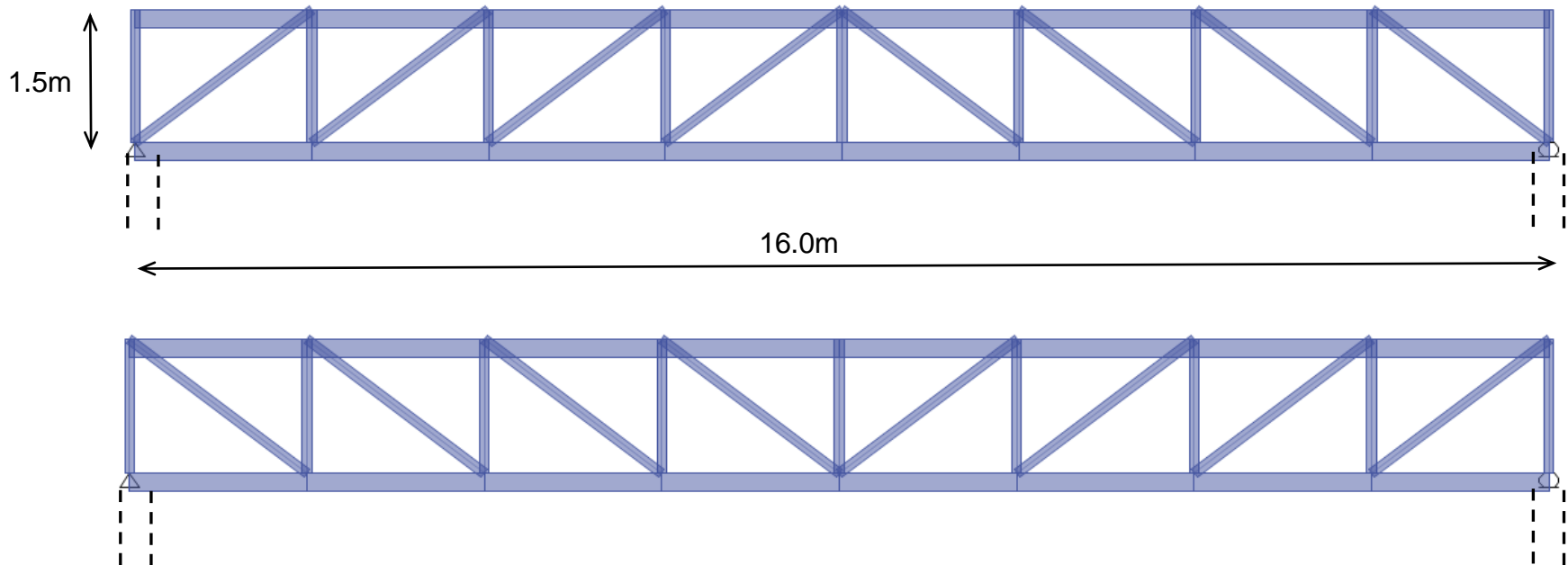


Planta cubierta



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada

Consideremos como alternativas a evaluar dos diseños de vigas reticuladas, con diferente orientación de las diagonales.

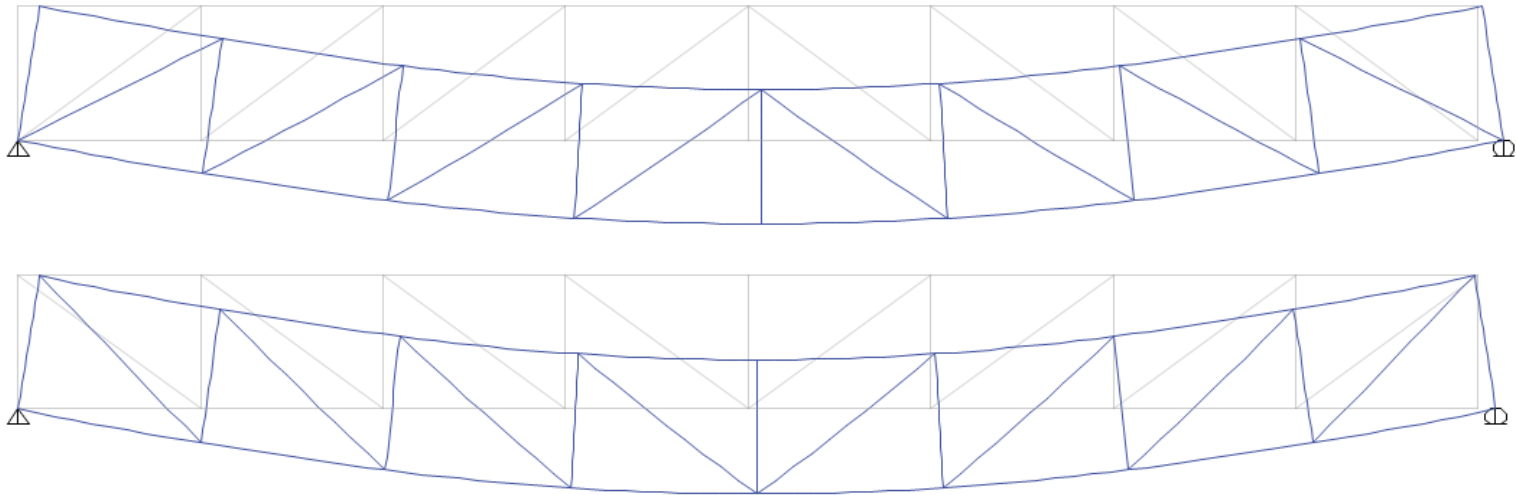


Vigas reticuladas simplemente apoyadas en las columnas



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada

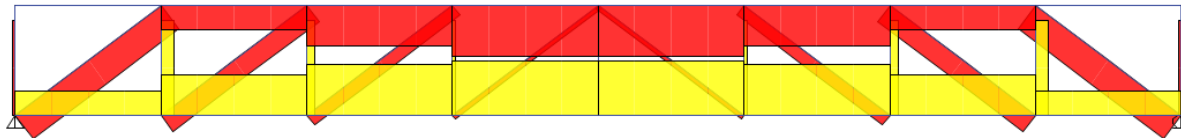
Deformada de las vigas bajo cargas gravitatorias D+L



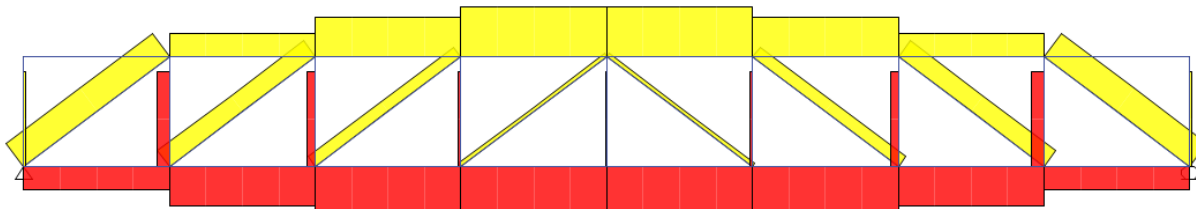
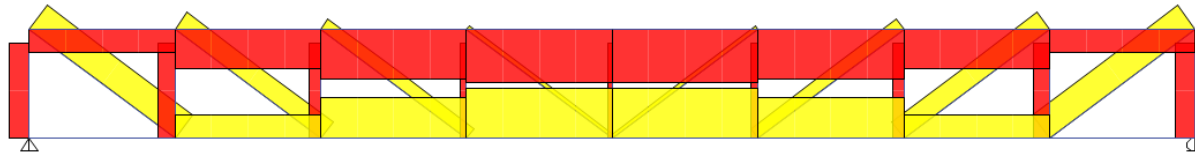


Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada

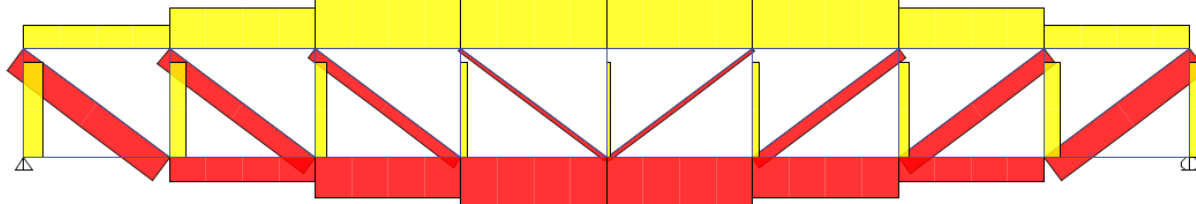
Diagrama de fuerzas axiales (rojo: compresión, amarillo: tracción)



Cargas D+L



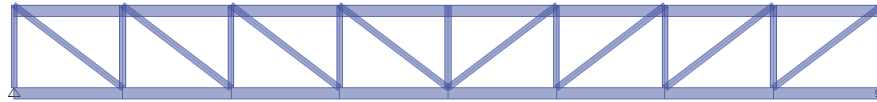
Cargas D-W





Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada

- Selección de un tipo de viga reticulada (en este caso, a partir de las solicitaciones en las diagonales del reticulado).



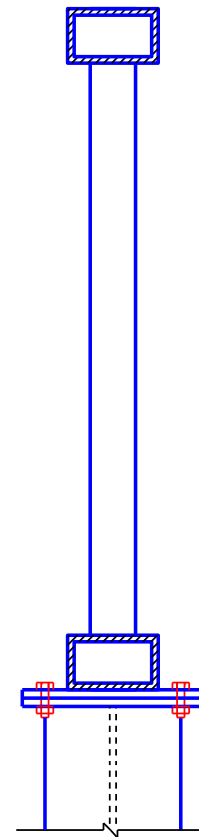
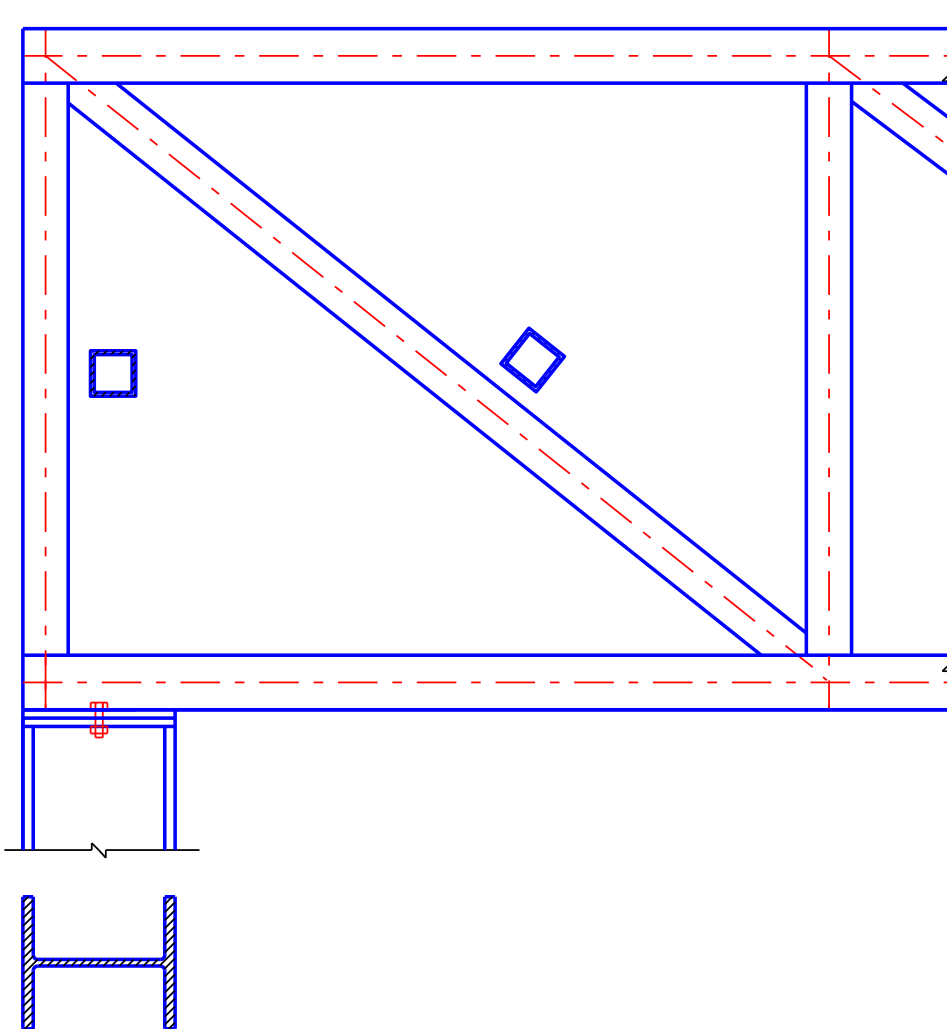
- Datos: dimensiones de la viga y resistencia requerida en las barras del reticulado (fuerzas axiales) → Análisis de cargas y sus combinaciones, análisis estructural
- Dimensionamiento de las barras del reticulado. En el caso de barras traccionadas, se debe asumir el tipo de junta (bulones, soldadura) y estimar el valor del área neta y del área efectiva (coeficiente U).

• **Diseño de las conexiones**

- ✓ Dibujar el reticulado y sus ejes baricéntricos
- ✓ Dibujar las barras a escala
- ✓ Definir las juntas soldadas o apernadas
- ✓ Realizar las verificaciones reglamentarias
- ✓ Planos de detalles y especificaciones



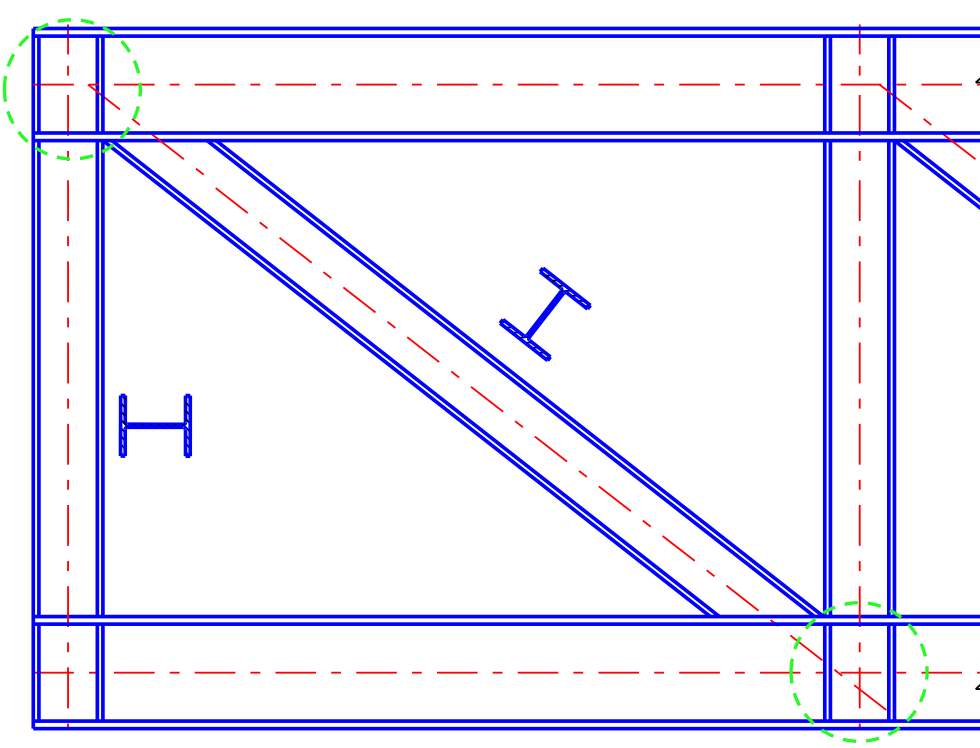
Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



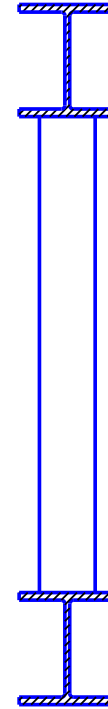
- Cordones: tubo rectangular
- Diagonales y montantes: tubo cuadrado
- Los ejes baricéntricos de las barras se cortan en un punto
- Uniones entre barras con soldadura de filete de contorno
- Unión viga-columna con dos pernos (aproximadamente una articulación). Se emplean dos placas auxiliares, una soldada al cordón inferior de la viga y otra en el extremo superior de la columna.



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



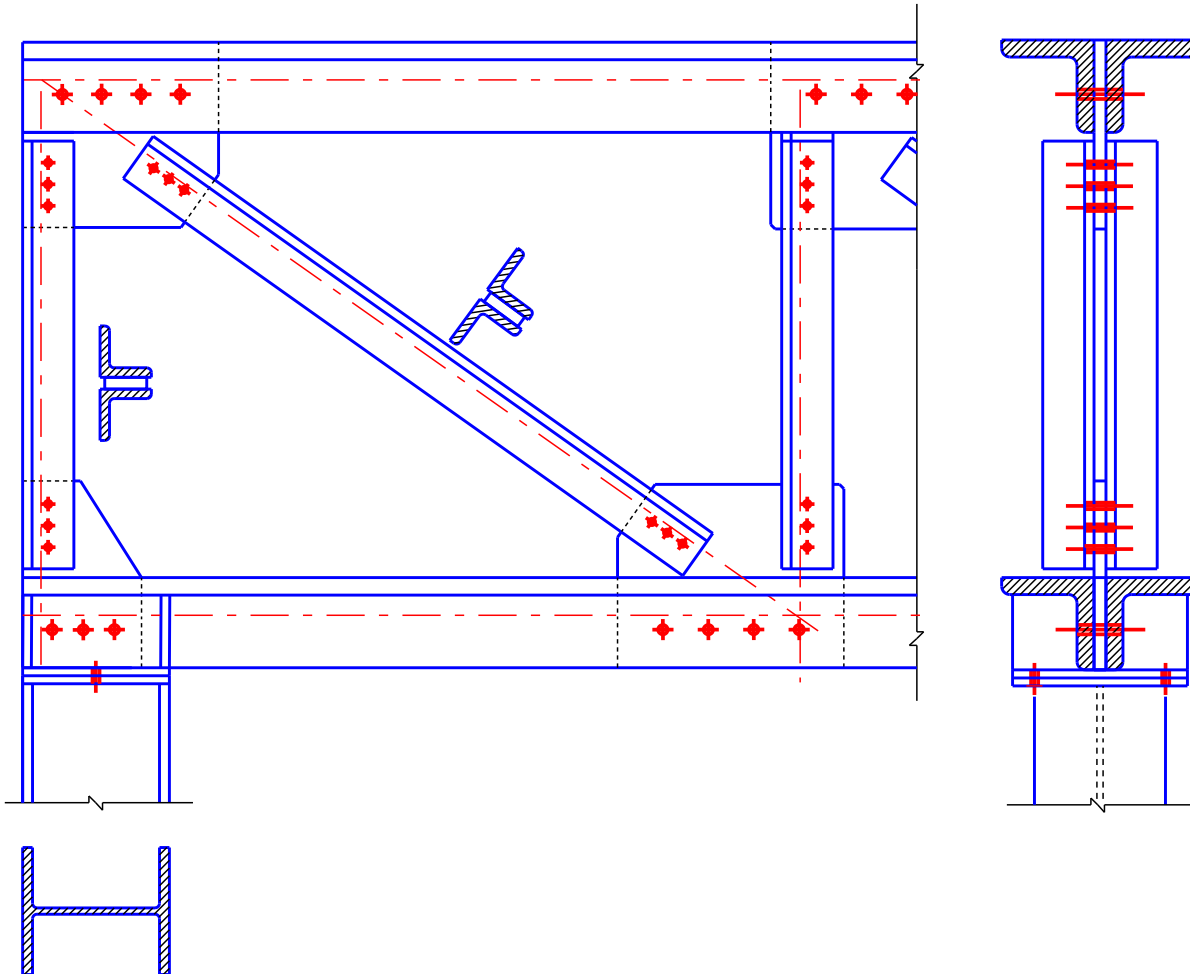
Unión viga-
columna con
pernos
(articulación)



- Cordones, diagonales y montantes: perfiles W
- Los ejes baricéntricos de las barras no se cortan exactamente en un punto (para simplificar el encuentro de barras)
- Uniones entre barras con soldadura de filete de contorno



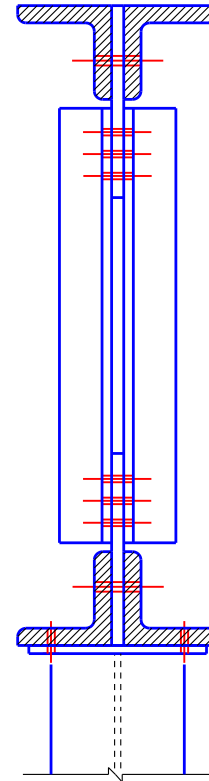
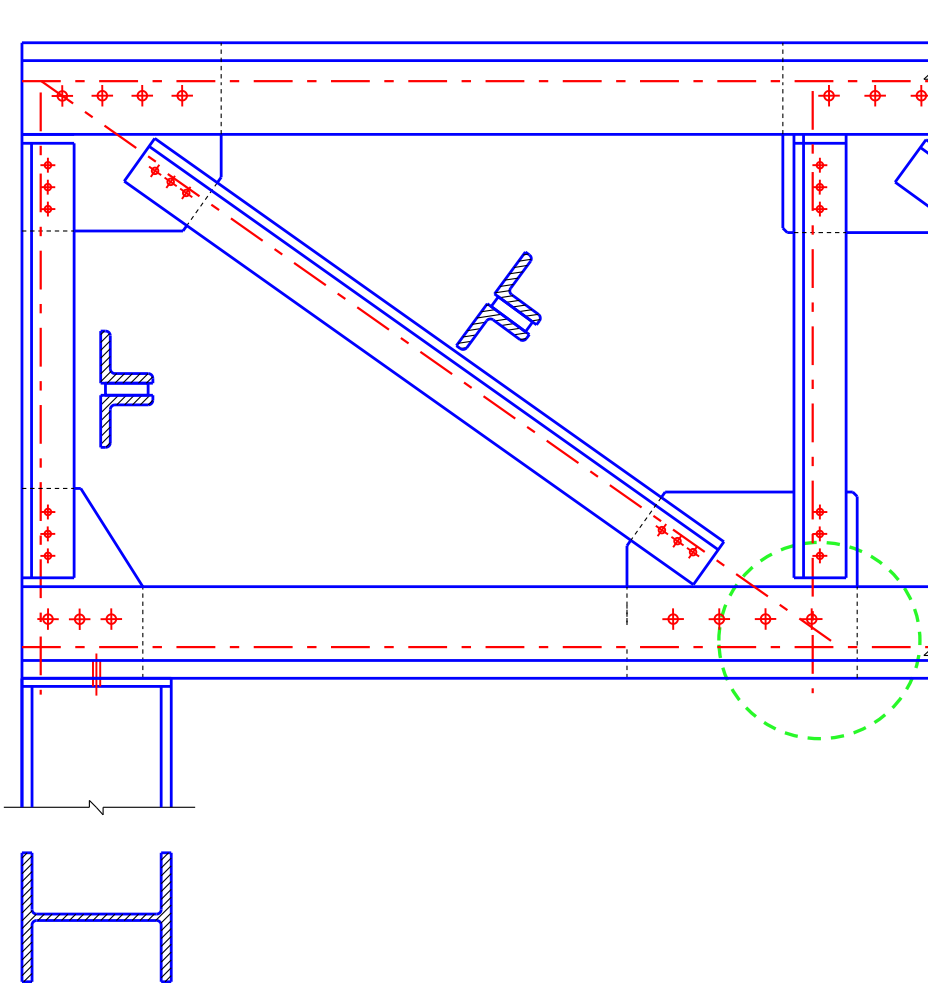
Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



- Cordones, diagonales y montantes: barras armadas (Grupo 2) con 2 perfiles L
- Cordón inferior con alas horizontales hacia arriba (requerimiento para evitar corrosión por acumulación de humedad)
- Uniones entre barras con placa nodal y juntas apernadas
- Los ejes baricéntricos de las barras se cortan en un punto



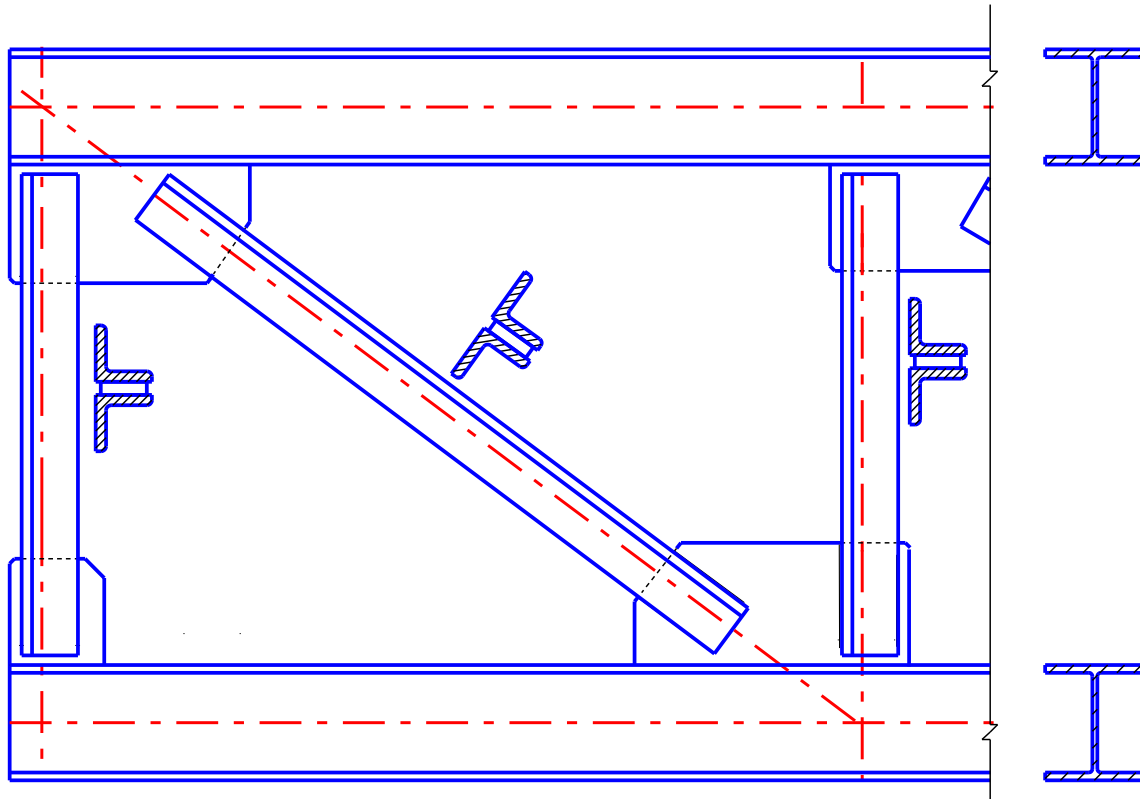
Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



- Cordones, diagonales y montantes: barras armadas (Grupo 2) con 2 perfiles L
- Cordón inferior con alas horizontales hacia abajo (para simplificar la unión con la columna)
- Uniones entre barras con placa nodal y juntas apernadas
- Los ejes baricéntricos de las barras no se cortan exactamente en un punto



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada

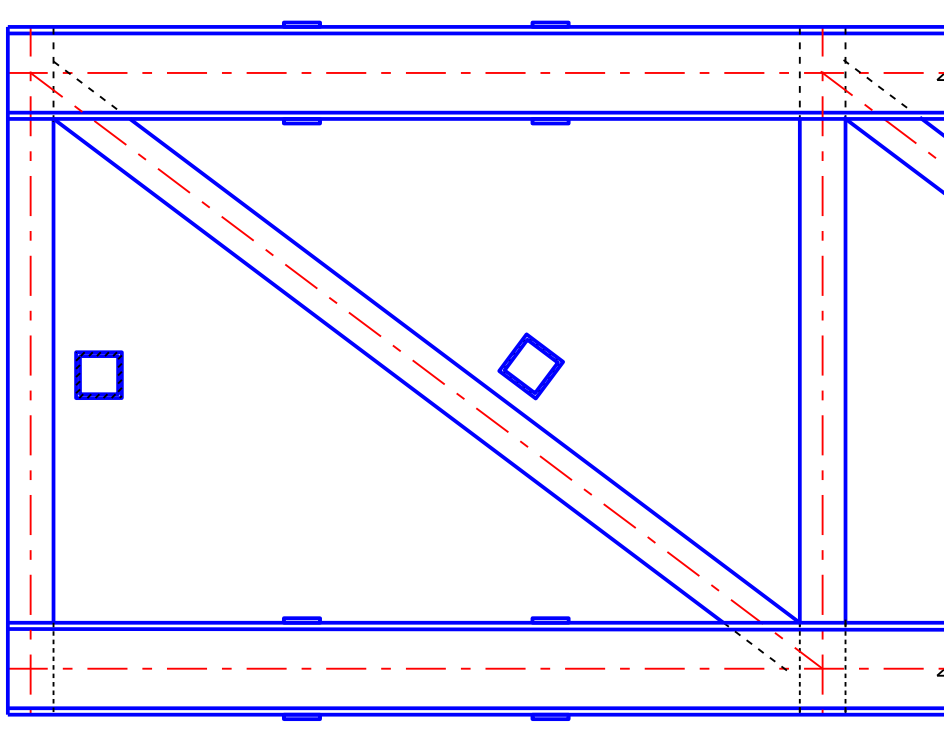


Unión viga-
columna con
pernos
(articulación)

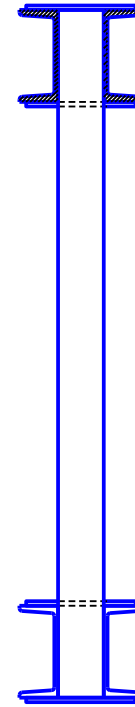
- Cordones: perfiles W
- Diagonales y montantes: barras armadas (Grupo 2) con 2 perfiles L
- Uniones entre barras con placa nodal soldada a los cordones
- Diagonales y montantes soldadas a la placa nodal (soldaduras de filete a cada costado)
- Los ejes baricéntricos de las barras se cortan en un punto



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



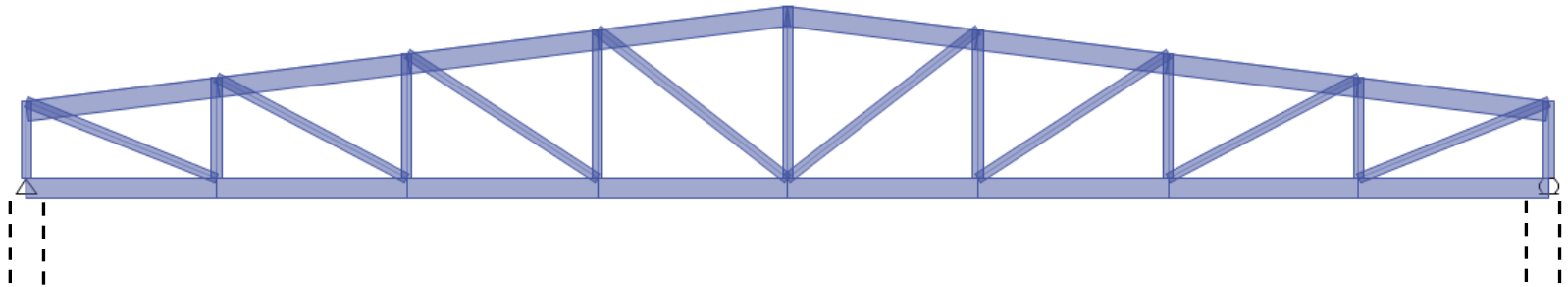
Unión viga-
columna con
pernos
(articulación)



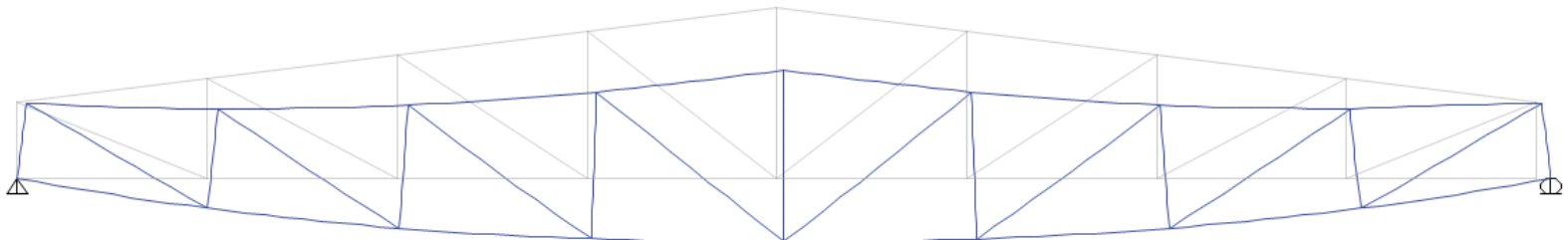
- Cordones: barras aramadas (grupo 4) con perfiles U
- Diagonales y montantes: tubos cuadrados
- Uniones entre barras con soldadura de filete
- Los ejes baricéntricos de las barras se cortan en un punto



Ejemplo: viga reticulada a dos aguas



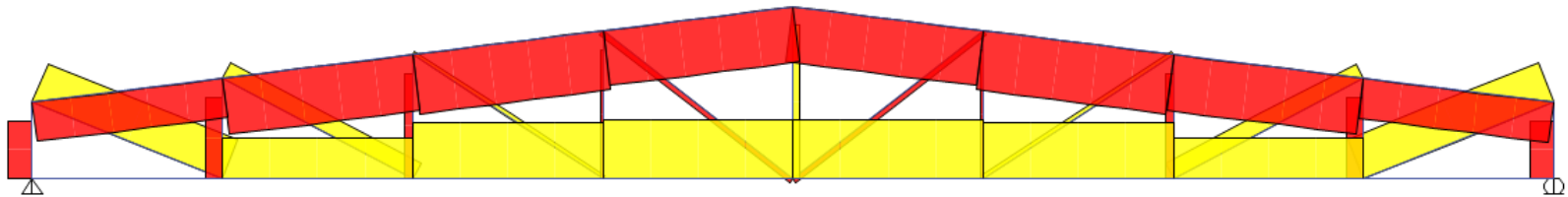
Deformada de la viga bajo cargas gravitatorias D+L



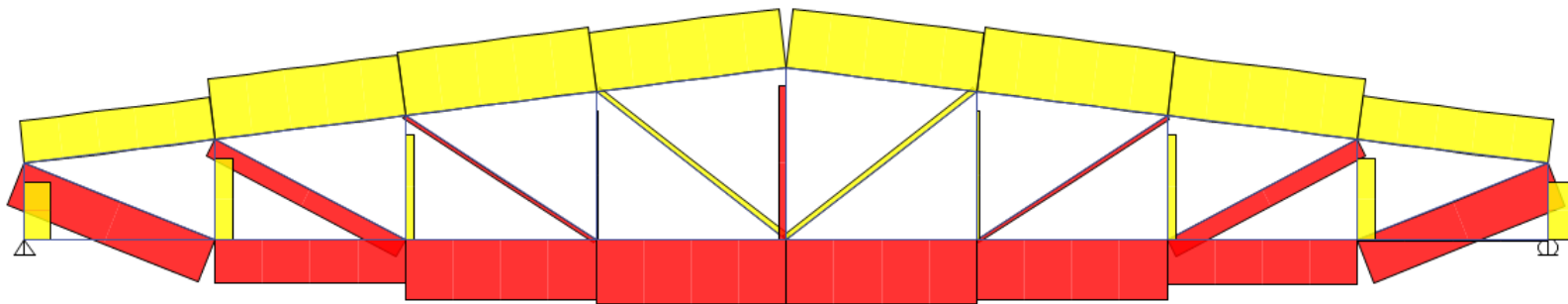


Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada a dos aguas

Diagrama de fuerzas axiales



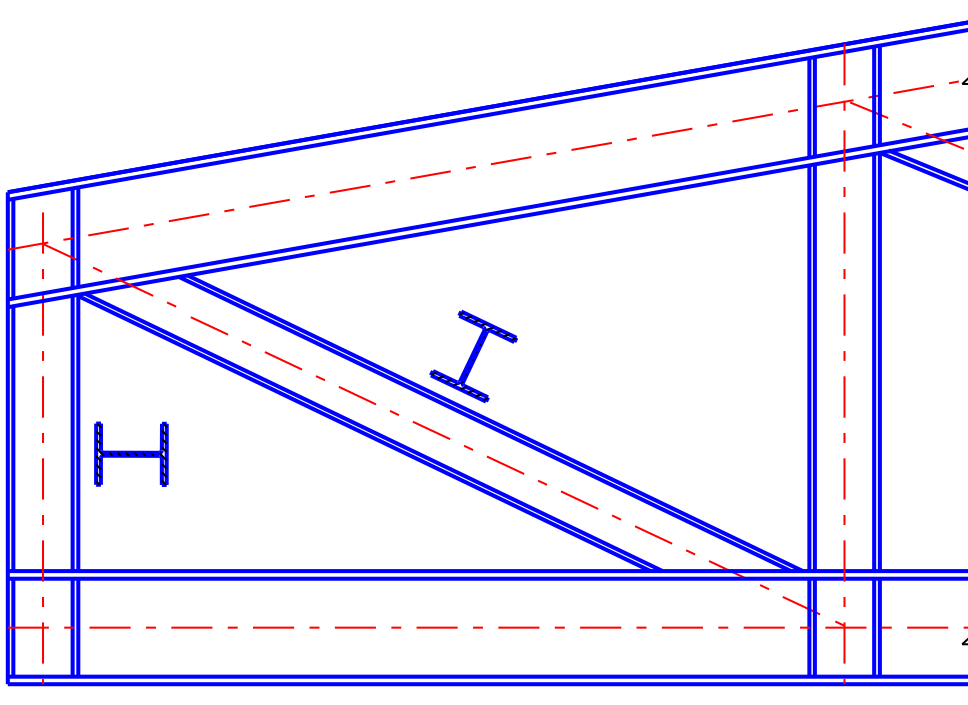
D+L



D-W



Ejemplo: diseño de conexiones en una viga reticulada



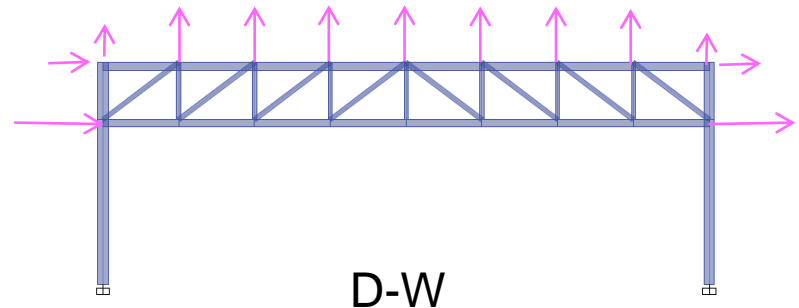
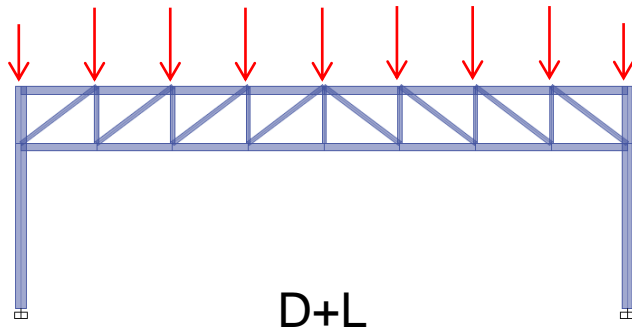
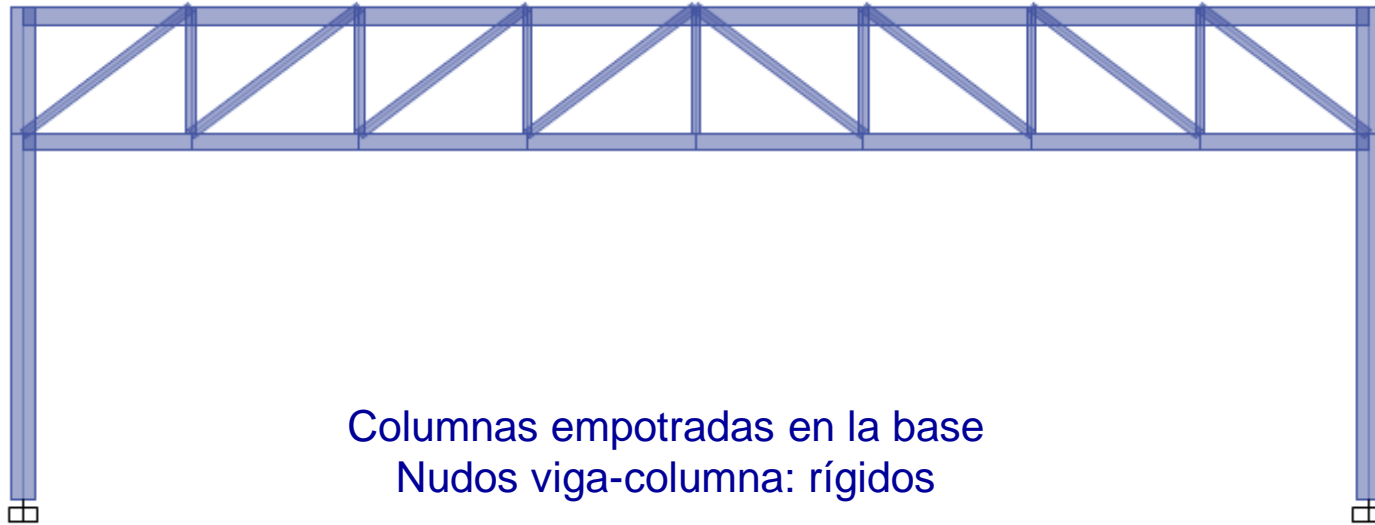
Unión viga-
columna con
pernos
(articulación)



- Cordones, diagonales y montantes: perfiles W
- Cordón superior con pendiente
- Los ejes baricéntricos de las barras se cortan en un punto
- Uniones entre barras con soldadura de filete de contorno



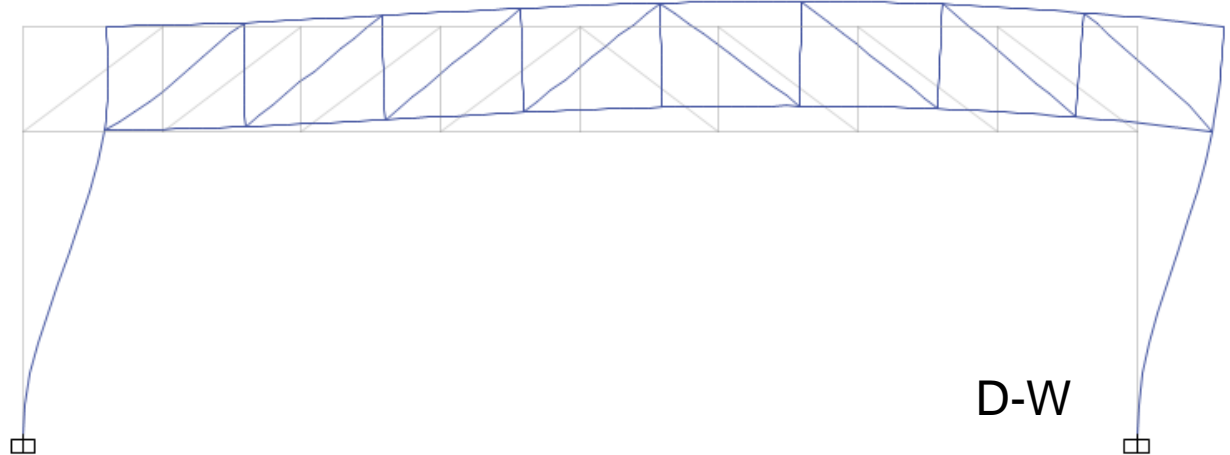
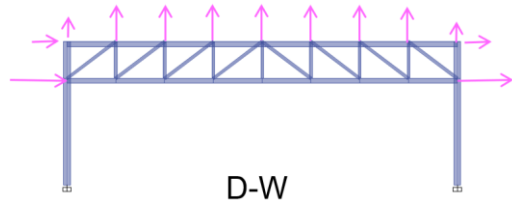
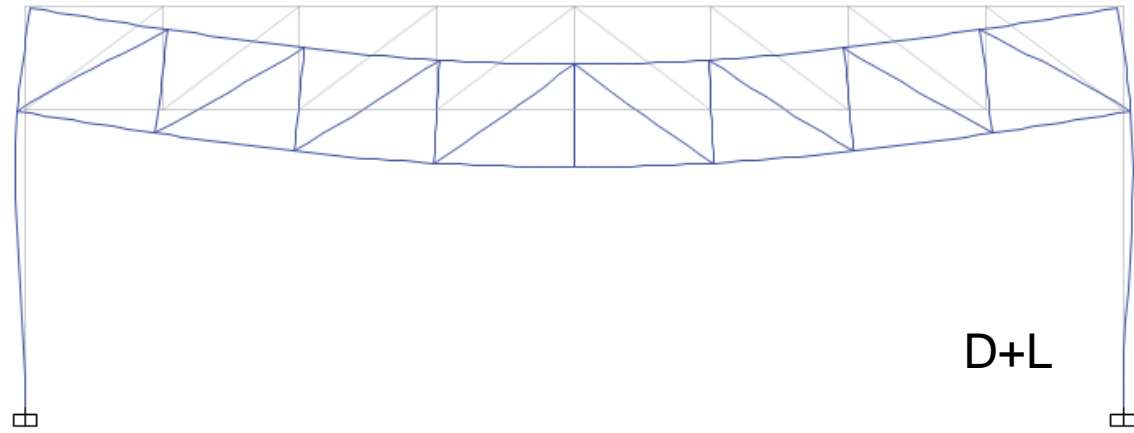
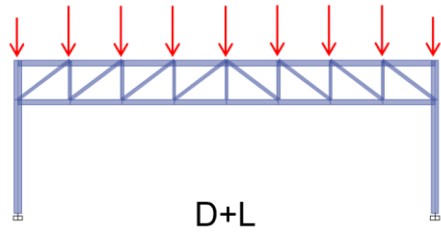
Ejemplo: diseño de conexiones en un pórtico con viga reticulada





Ejemplo: diseño de conexiones en un pórtico con viga reticulada

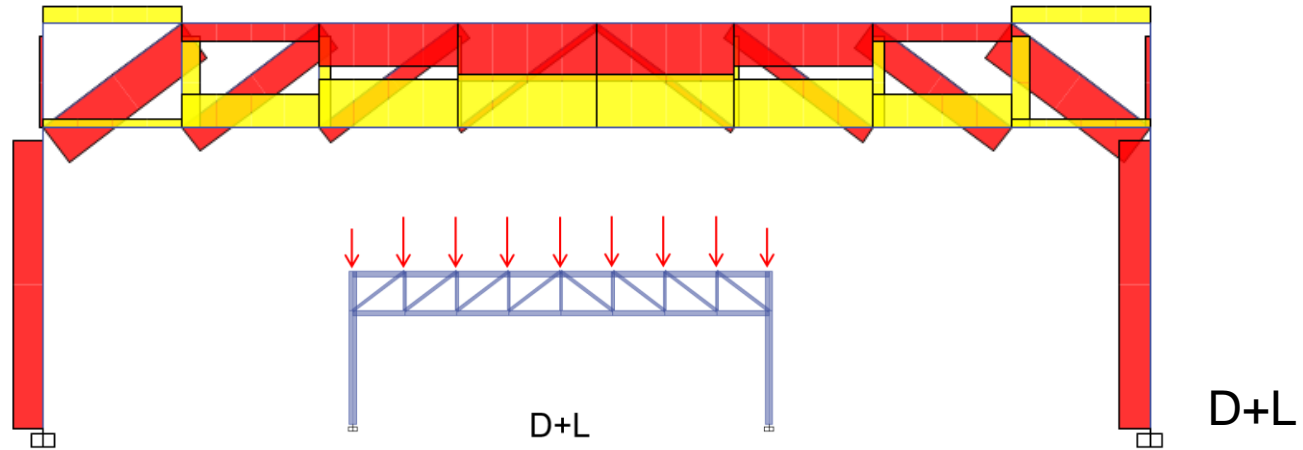
Deformadas



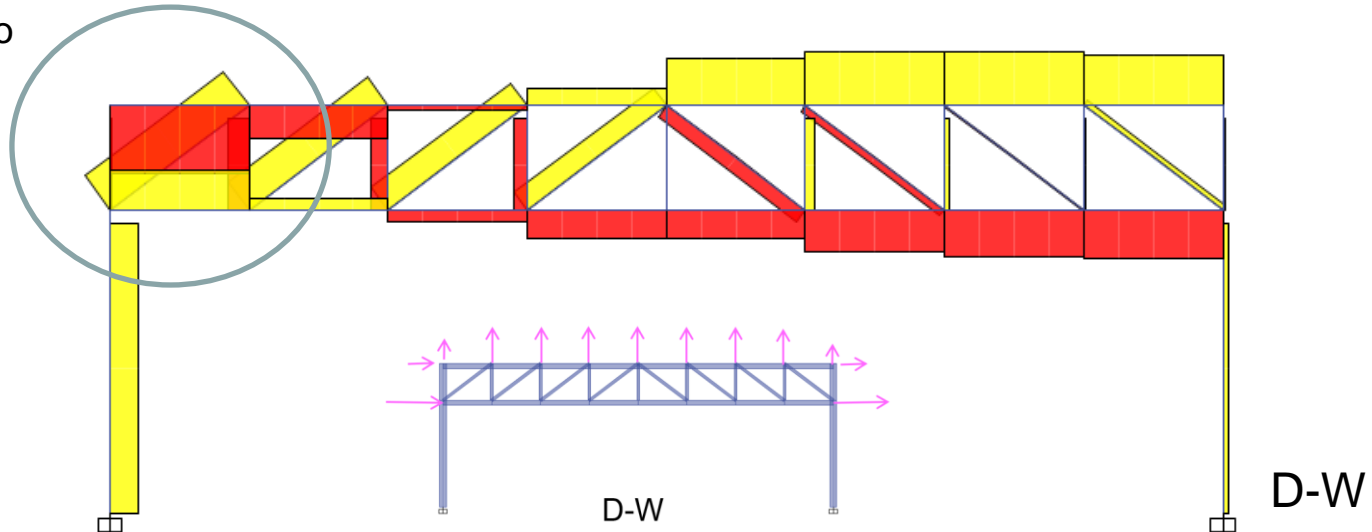


Ejemplo: diseño de conexiones en un pórtico con viga reticulada

Diagrama de fuerzas axiales

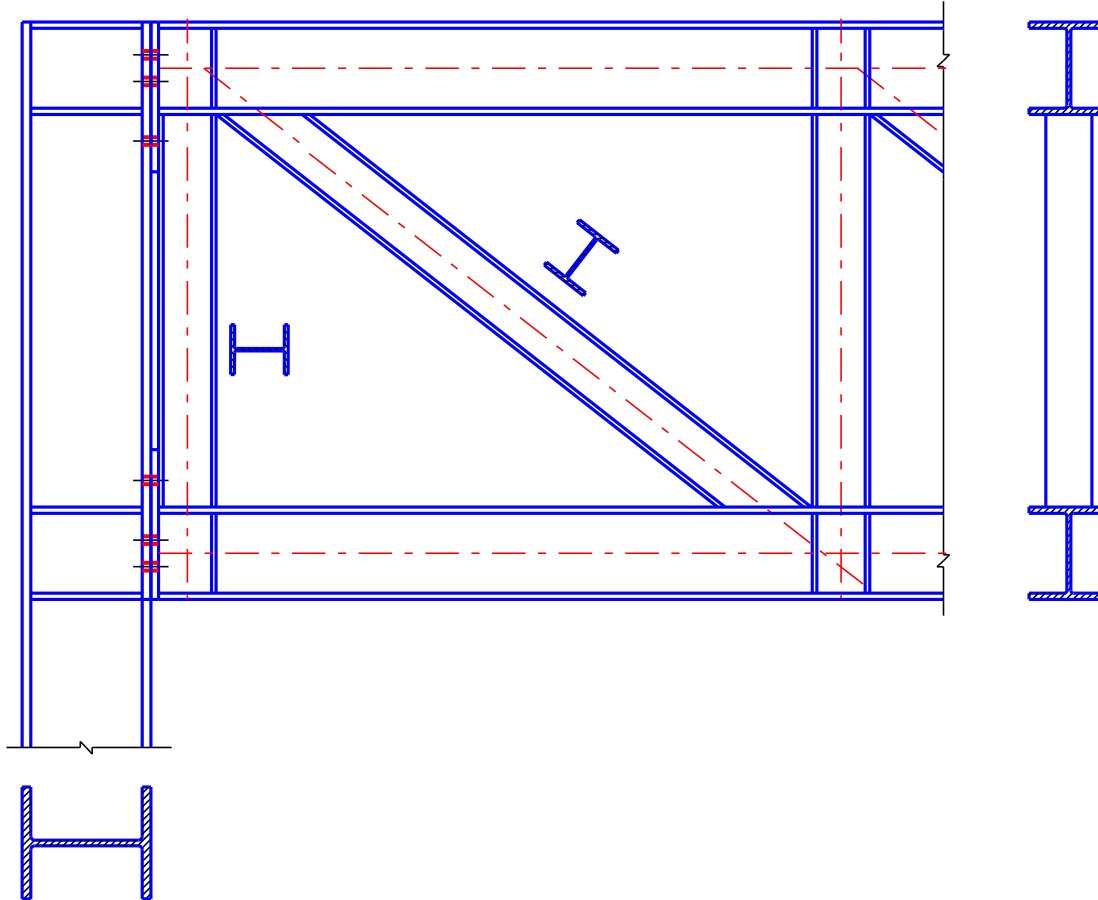


Aportamiento
por esfuerzos
axiales





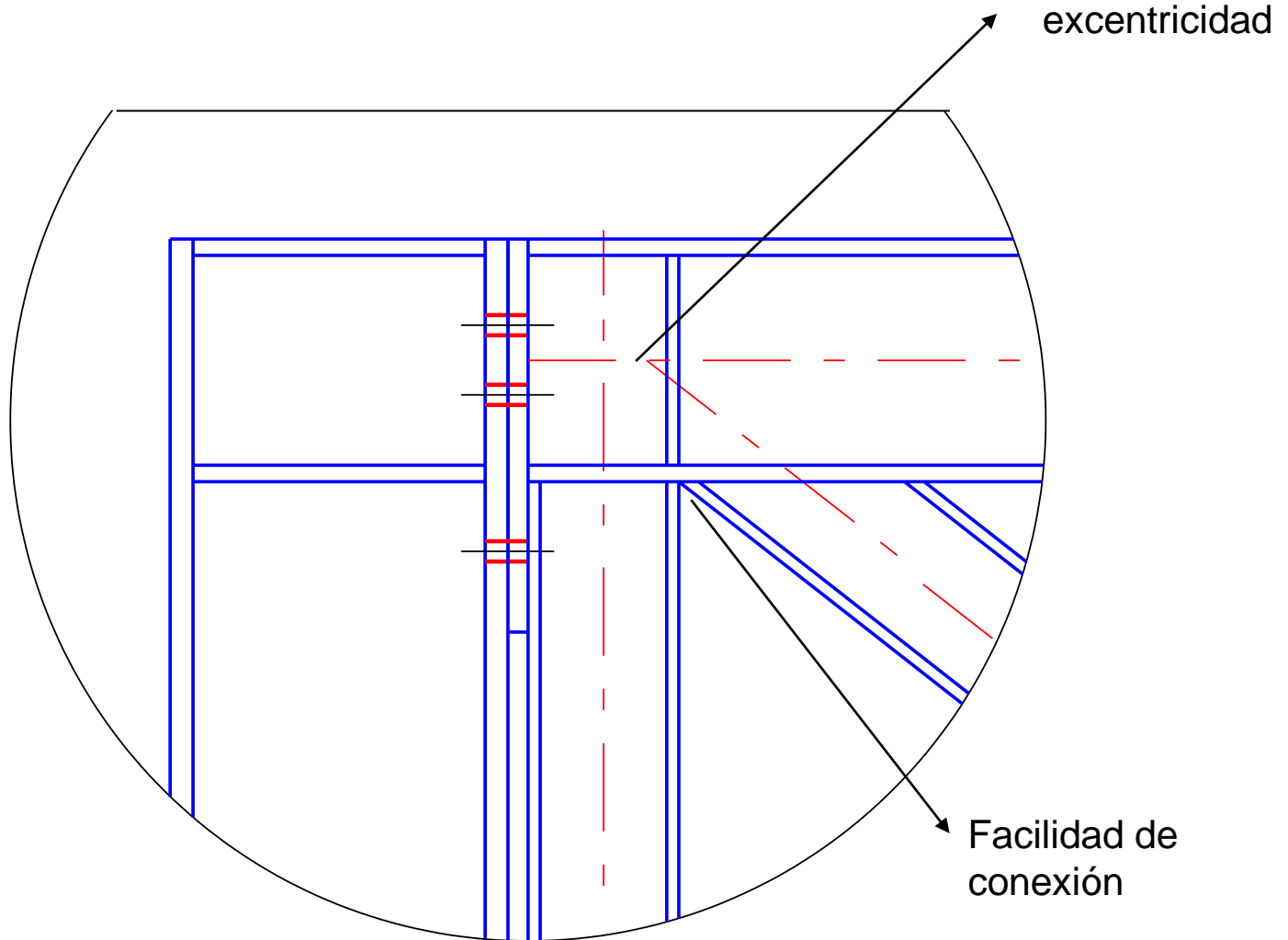
Ejemplo: diseño de conexiones en un pórtico con viga reticulada



- Cordones, diagonales y montantes: perfiles W
- Uniones entre barras con soldadura
- Juntas con pernos para conectar los cordones de la viga con la columna.
- Uso de placas en las juntas apernadas.



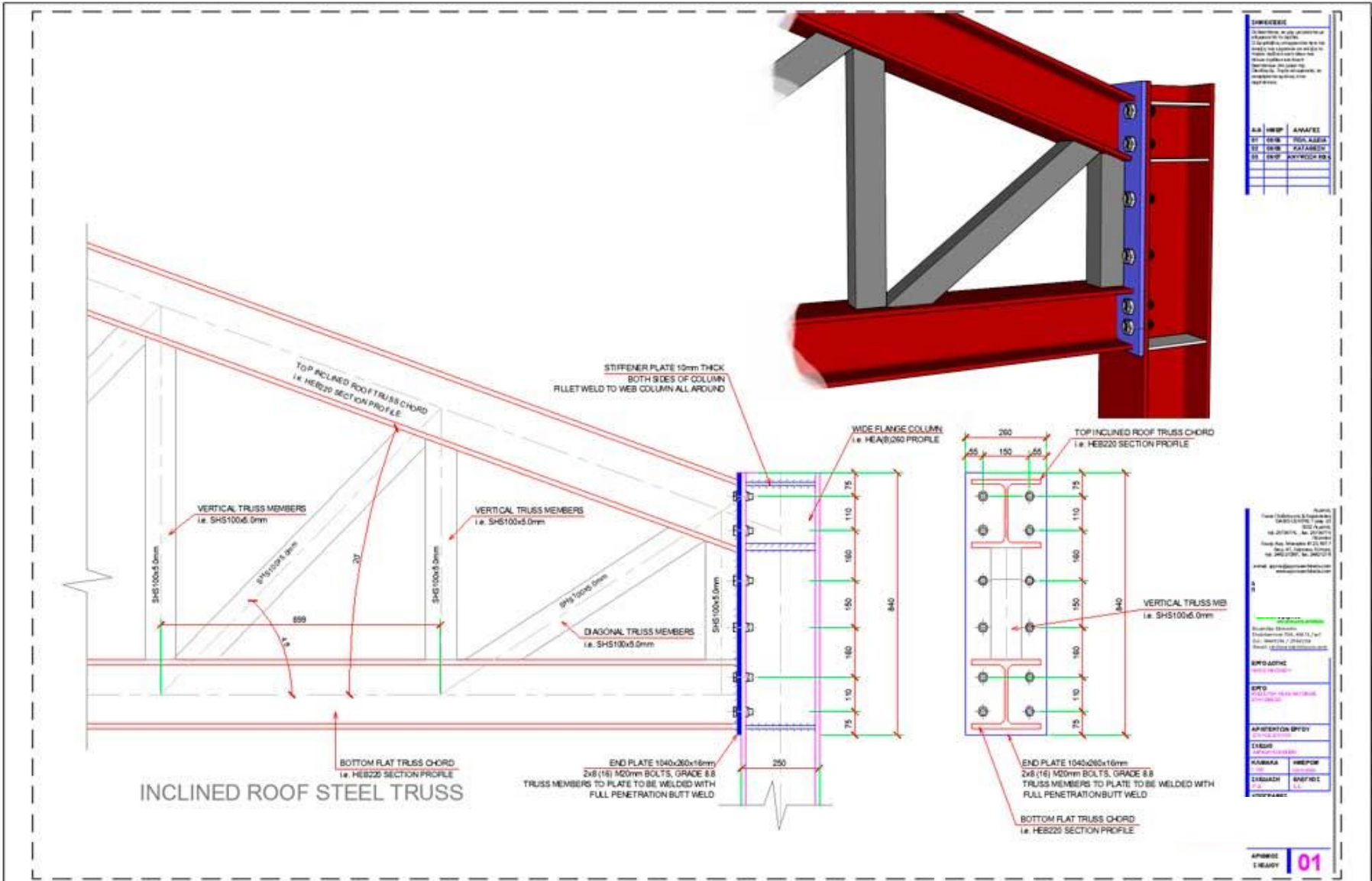
Ejemplo: diseño de conexiones en un pórtico con viga reticulada





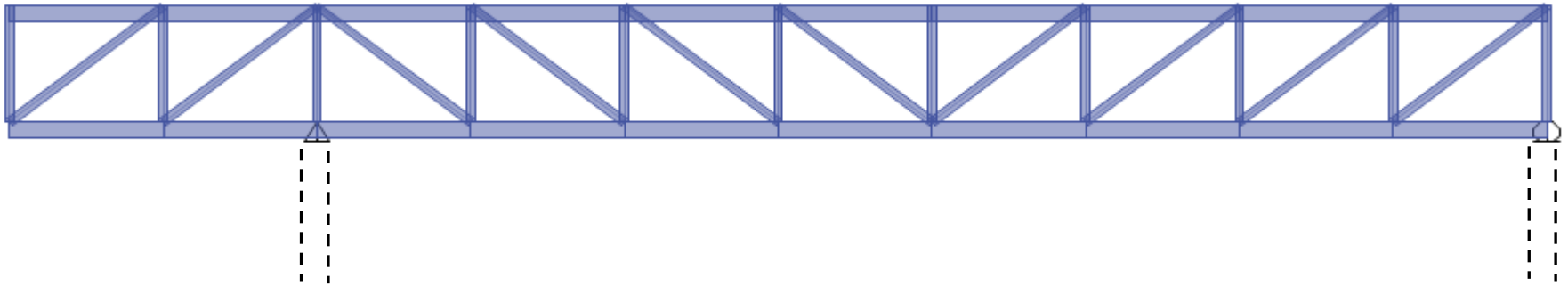
Detallado de estructuras de acero

Planos de detalles

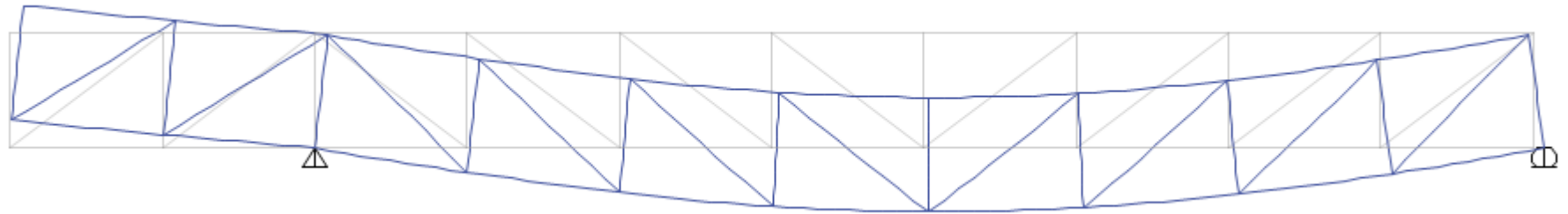




Ejemplo: viga reticulada con voladizo



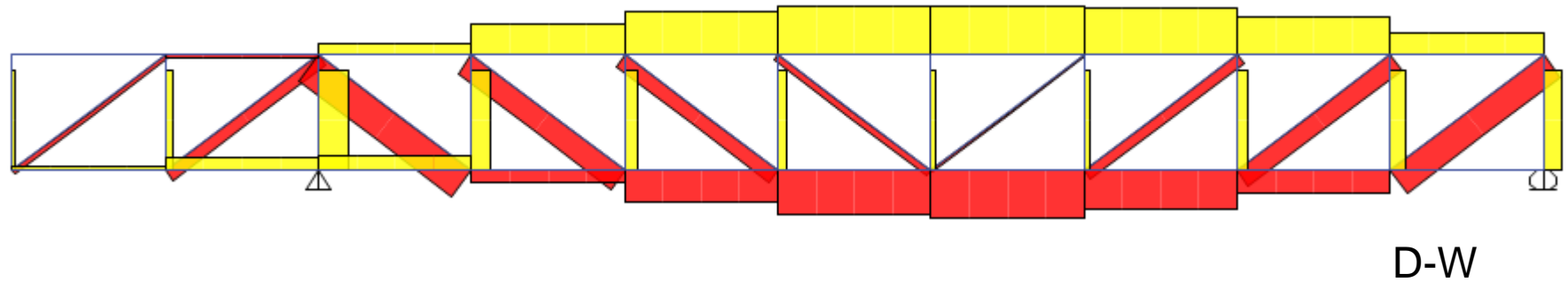
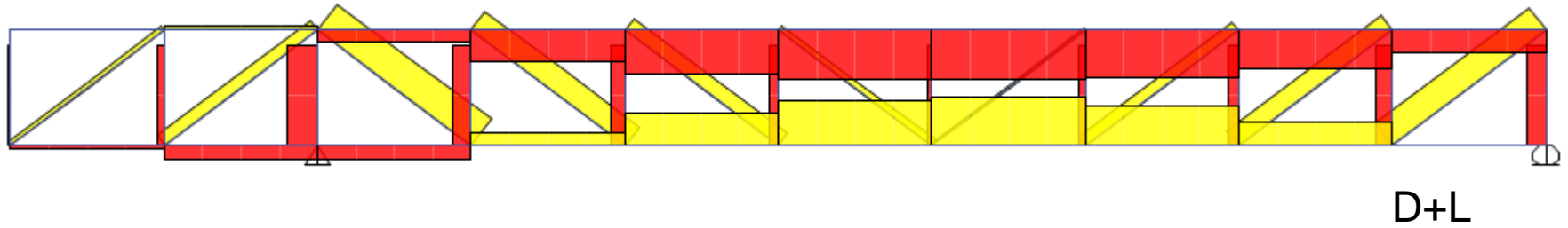
Deformada de la viga bajo cargas gravitatorias D+L





Ejemplo: viga reticulada con voladizo

Diagrama de fuerzas axiales

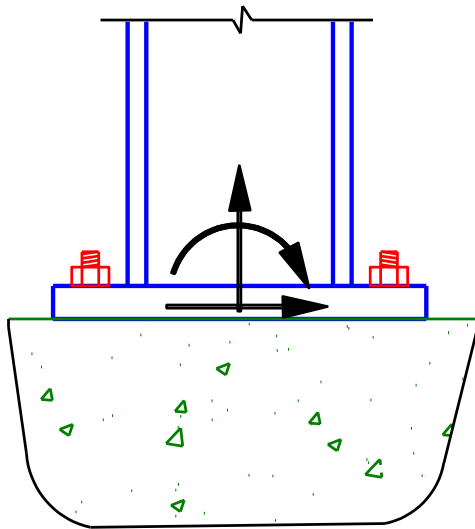




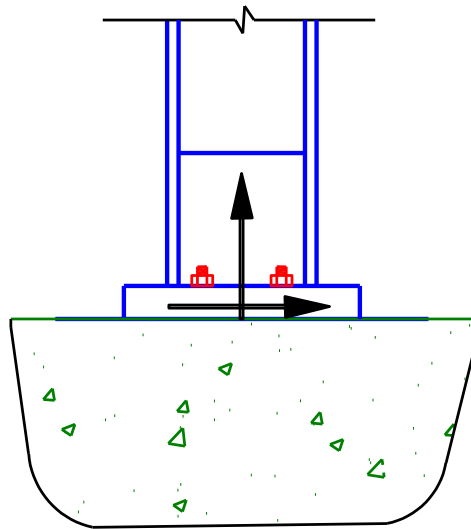
Conexión base-columna

Esta conexión es importante para asegurar las condiciones de vínculo consideradas en el modelo, y también desde el punto de vista constructivo porque es la unión entre una columna de acero con la fundación de Ho Ao.

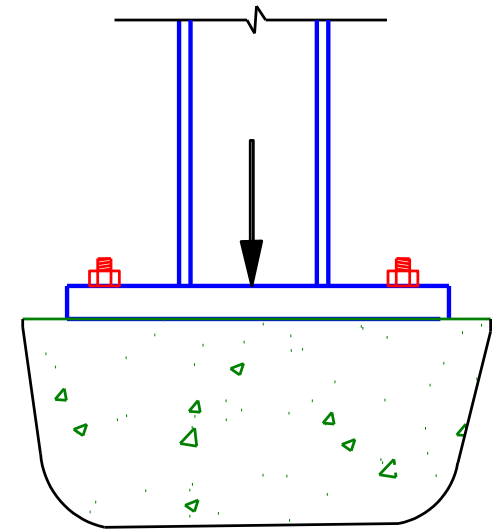
El diseño de la conexión dependerá principalmente del tipo de sección de la columna y de las solicitaciones que deben transferirse a la fundación.



Empotramiento



Articulación



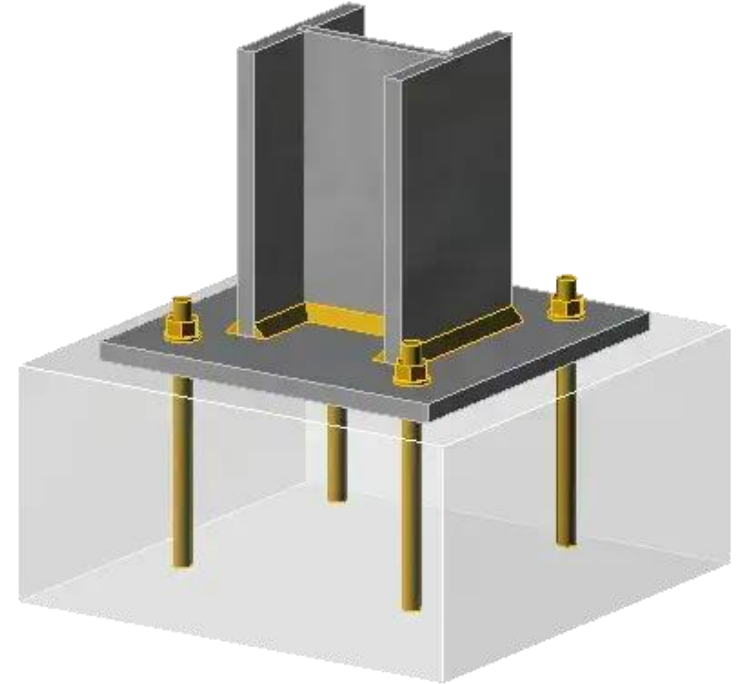
La carga axial de compresión se transfiere por contacto directo. No origina esfuerzos en los medios de unión.



Conexión base-columna

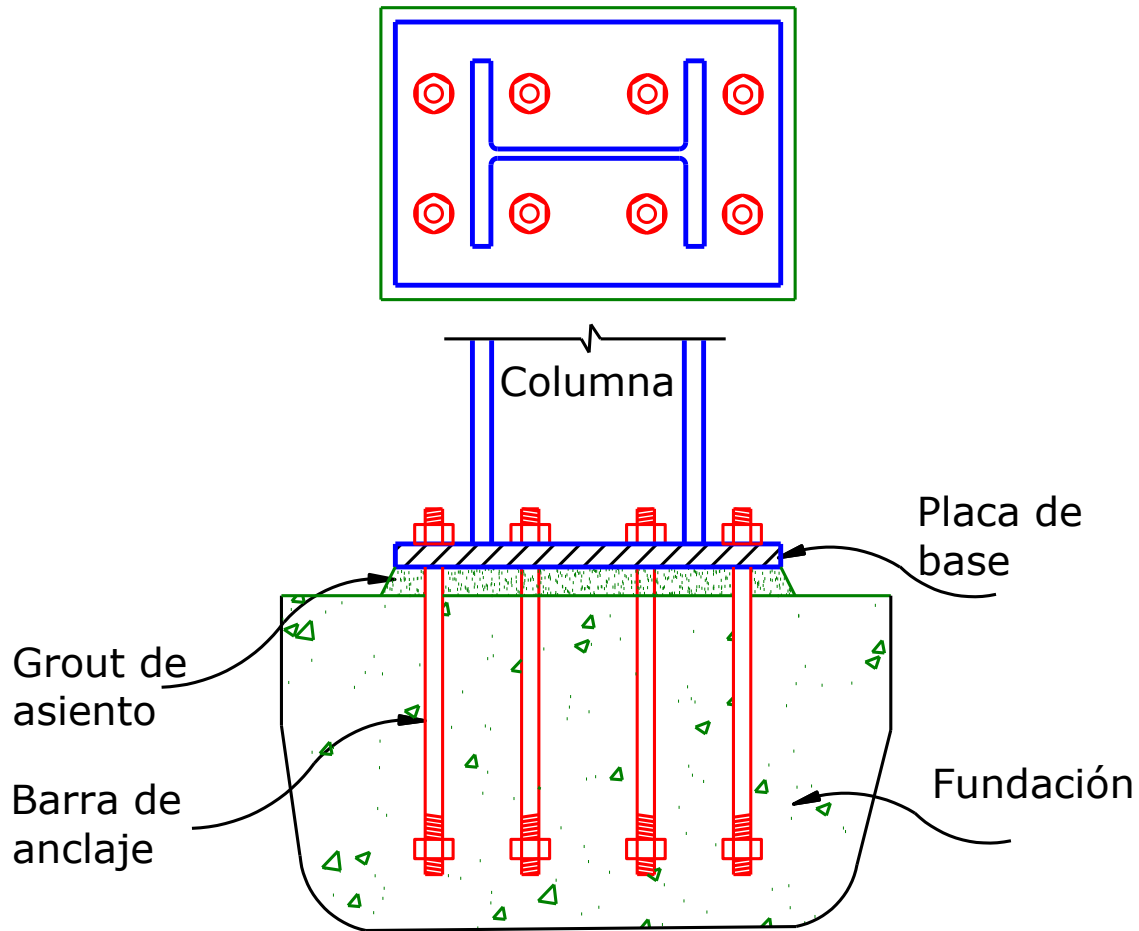
El cálculo de la conexión requiere verificar todas las juntas y elementos que la integran. Por ejemplo:

- Junta soldada perfil-placa de base
- Junta abulonada en la placa de base
- Placa de base (se comporta como una losa maciza de acero)
- Anclaje de las barras en el hormigón



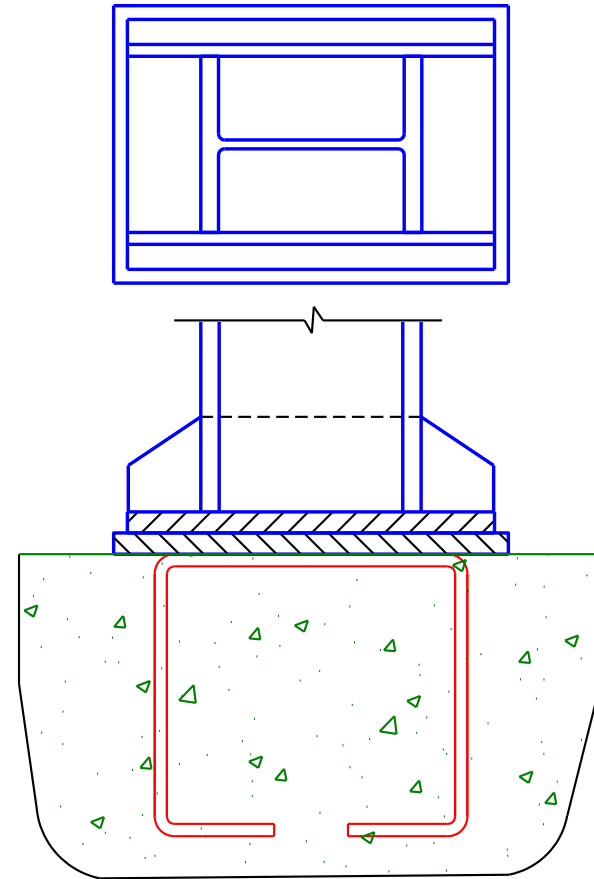
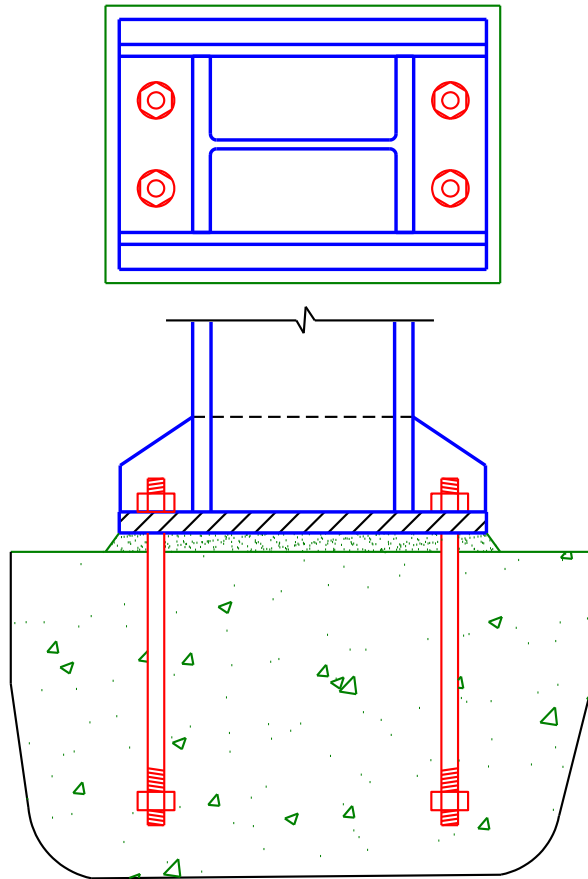


Conexión base-columna. Empotramiento



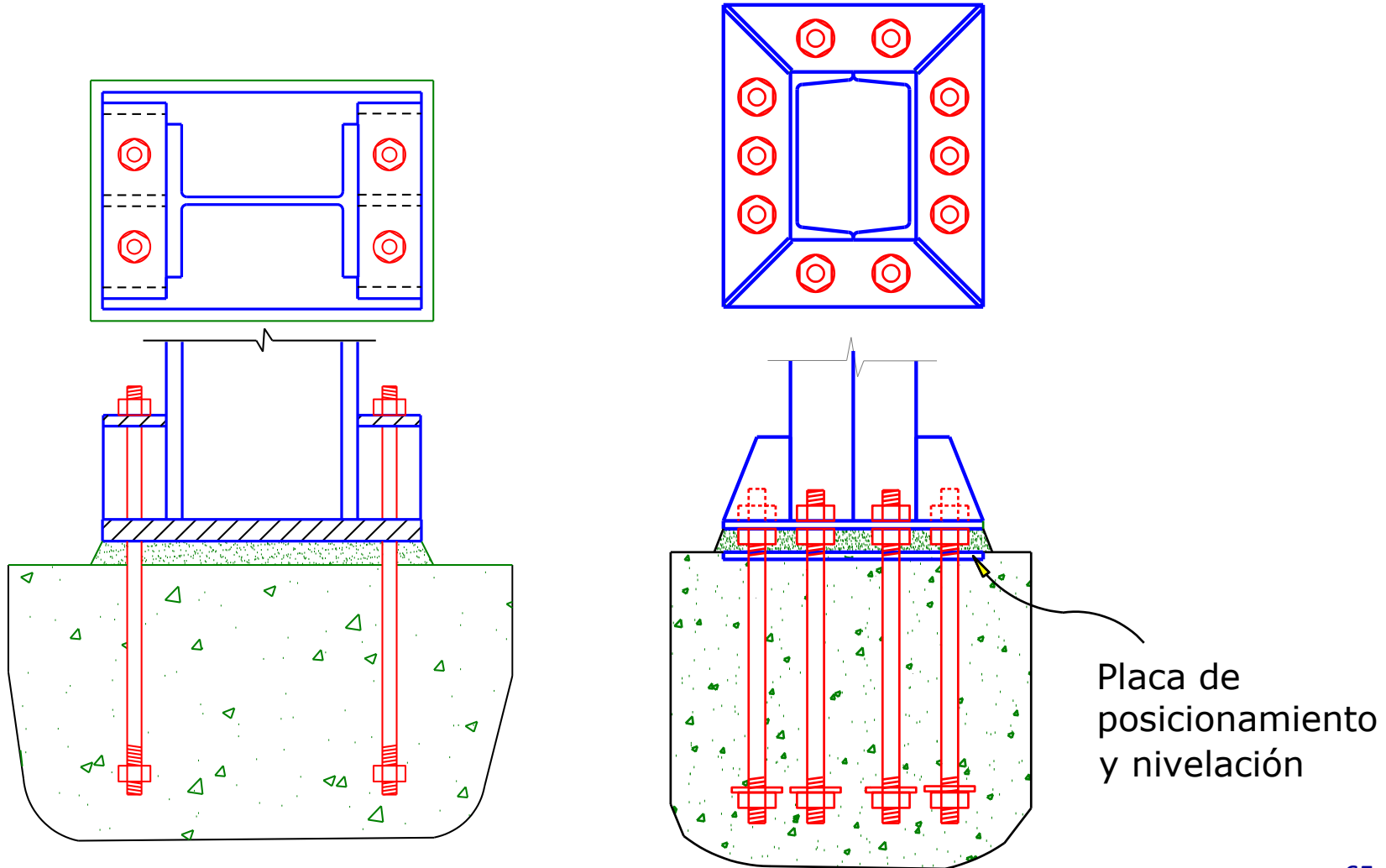


Conexión base-columna. Empotramiento





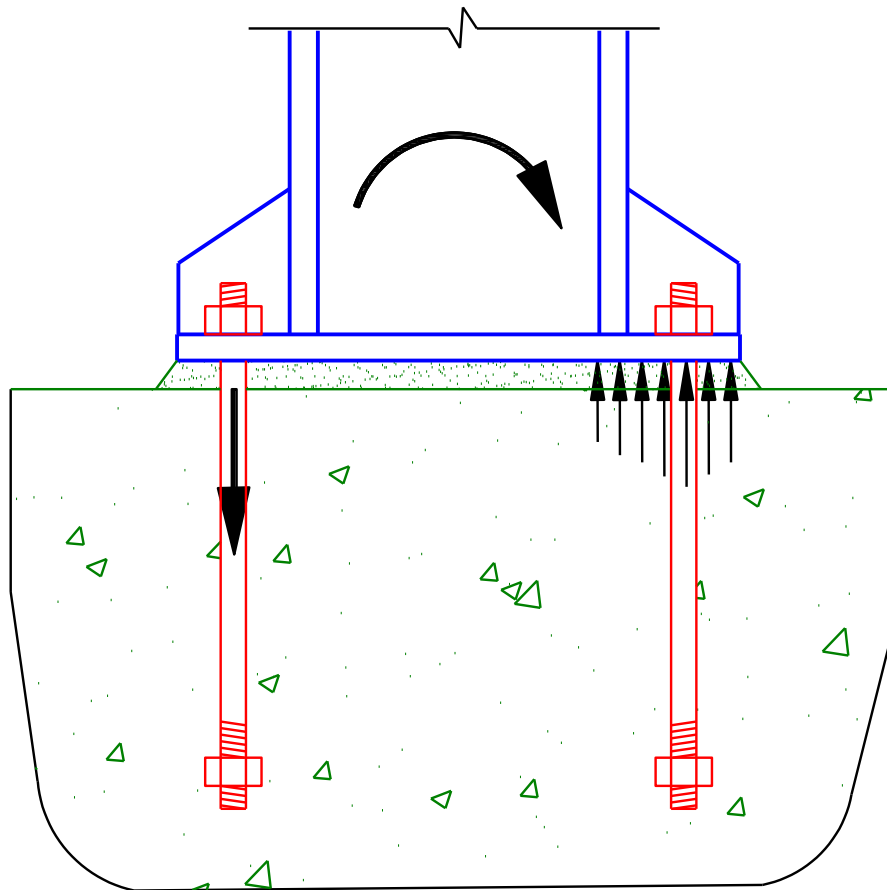
Conexión base-columna. Empotramiento





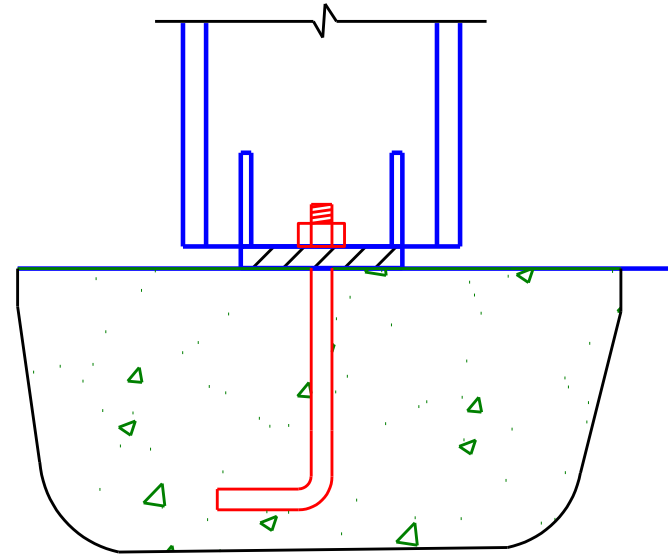
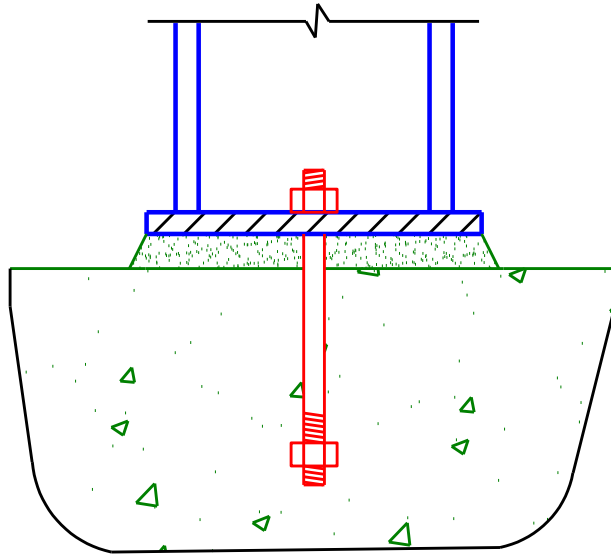
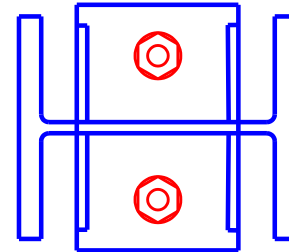
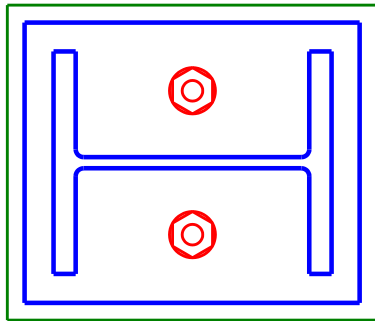
Conexión base-columna. Empotramiento

Mecanismo de resistencia a flexión





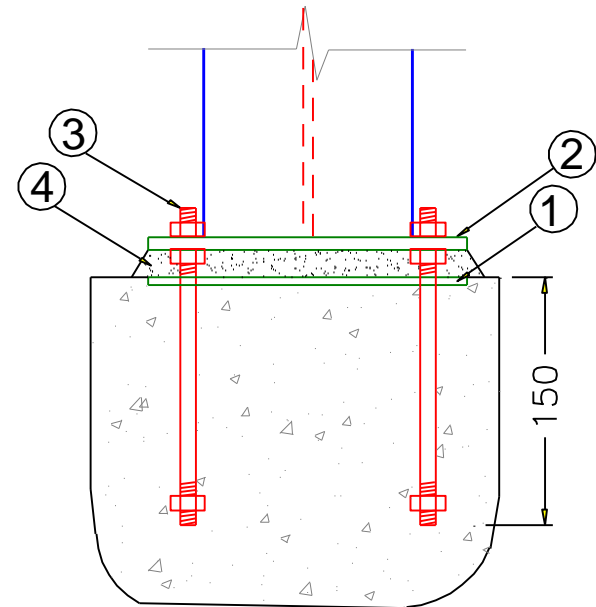
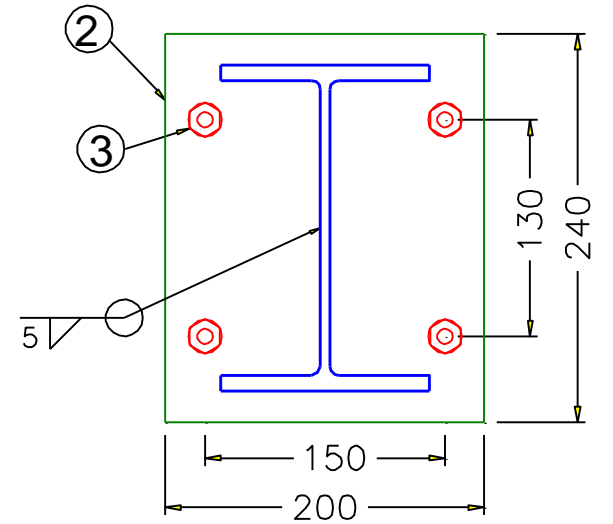
Conexión base-columna. Articulación





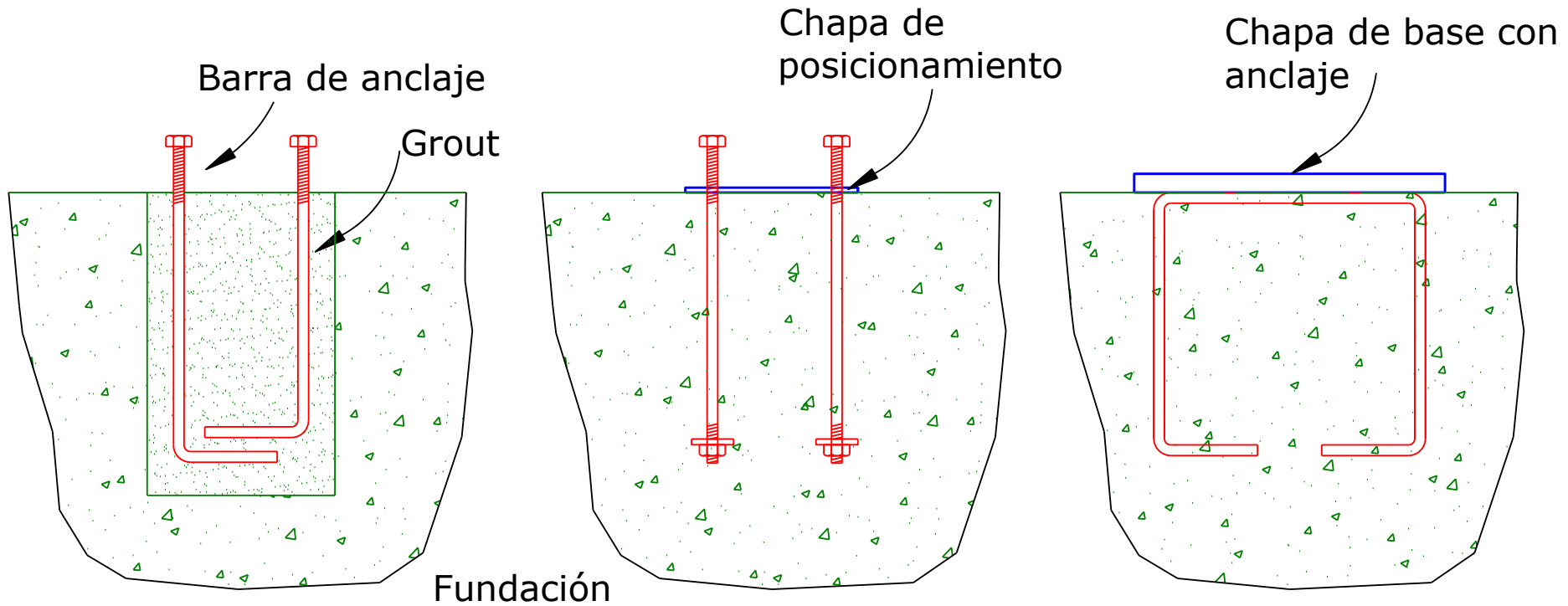
Conexión base-columna. Articulación

1. Chapa o plantilla para posicionamiento de las barras de anclaje
2. Chapa 240 x 200 x 7.94 mm con cuatro agujeros $\varnothing 12$ mm
3. Barra de anclaje $\varnothing 10$ mm con tuerca en el extremo inferior y 2 tuercas en extremo superior para nivelación y apriete.
4. Grout de relleno entre pletinas. Espesor mínimo 40 mm.





Conexión base-columna. Anclajes a la fundación





Conexión base-columna. Anclajes a la fundación





Conexión base-columna. Llave de corte

