



ADVENTIA INGENIERÍA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

Fallos latentes en los proyectos de estructuras de edificación que pueden derivar en patologías

Pablo Alonso Fontaneda

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

9 DE DICIEMBRE DE 2010



ADVENTIA INGENIERÍA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

FALLOS LATENTES EN EL PROYECTO

- 1.- De concepción
- 2.- De estimación de acciones
- 3.- En el cálculo
- 4.- De dimensionamiento
- 5.- Detalles constructivos



ADVENTIA INGENIERIA S.L.

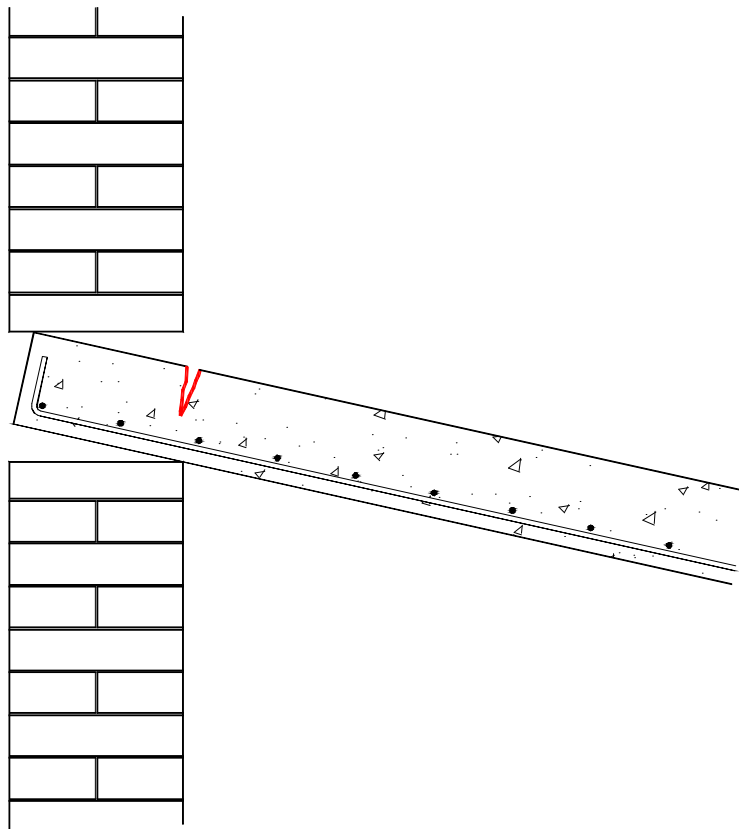


UGR

Universidad
de Granada

1. DE CONCEPCIÓN

- 1.1- Articulación en cálculo / Empotramiento real



R



ADVENTIA INGENIERÍA S.L.

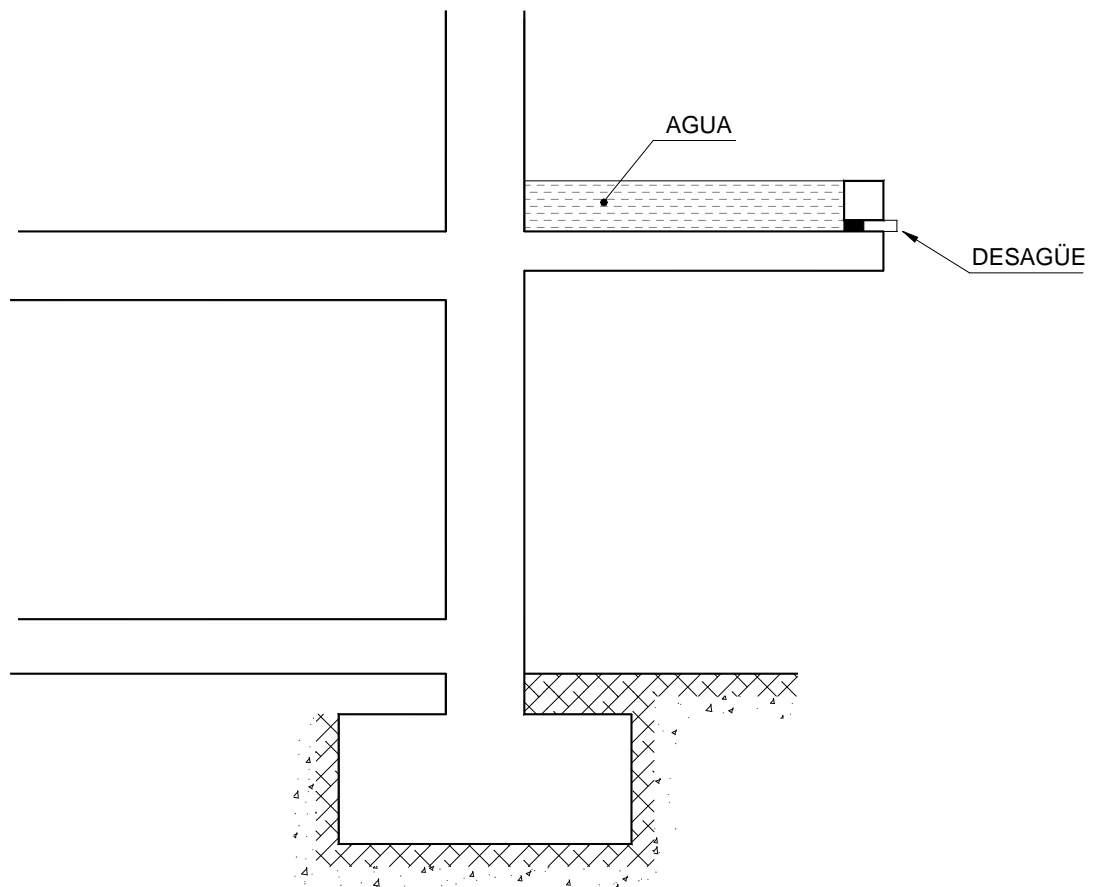


UGR

Universidad
de Granada

1. DE CONCEPCIÓN

•1.2- Voladizo con peto en el perímetro





ADVENTIA INGENIERIA S.L.

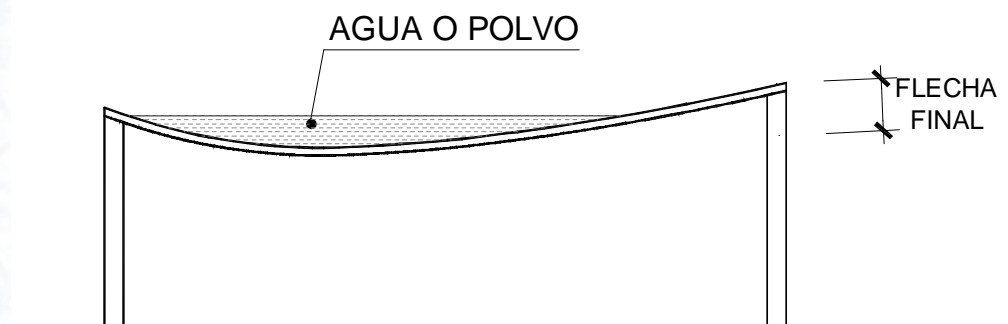
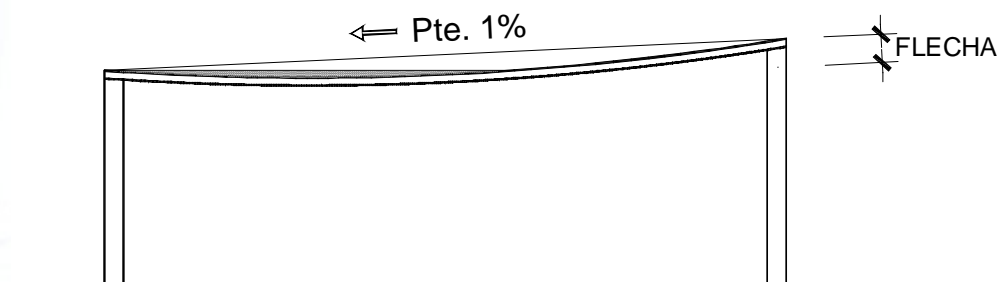


UGR

Universidad
de Granada

1. DE CONCEPCIÓN

- 1.3- Pendiente escasa de la cubierta / Deformación excesiva





ADVENTIA INGENIERÍA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

2. DE ESTIMACIÓN DE ACCIONES

R

- 2.1- Adopción intencionada de acciones inferiores a las previstas para minimizar costes (poco habitual hoy en día).

R

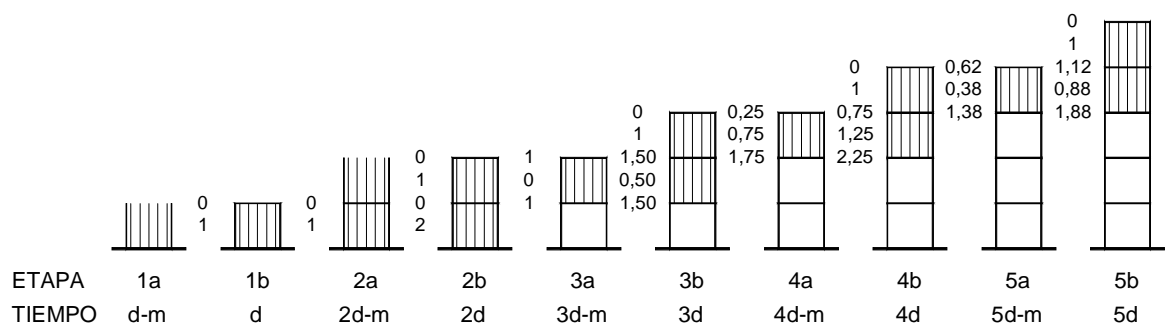
- 2.2- Adopción de una carga total fija inferior a la necesaria. Años 40 a 60. Cuidado en rehabilitación.

- 2.3- Subestimación del peso del solado en viviendas. Se calcula, p.e., con 5cm y acaba siendo 10cm.

$$q=1.00\text{kN/m}^2$$

2. DE ESTIMACIÓN DE ACCIONES

- 2.4- Cimbrado de plantas en la etapa de construcción. Peligroso si el peso propio es significativo respecto a la sobrecarga.



COEFICIENTES DE CARGA PARA PUNTALES Y FORJADOS

Nº DE PLANTAS APUNTALADAS: 2

d = DIAS POR PLANTA.

m = TIEMPO DE MONTAJE DE PUNTALES.



ADVENTIA INGENIERIA S.L.

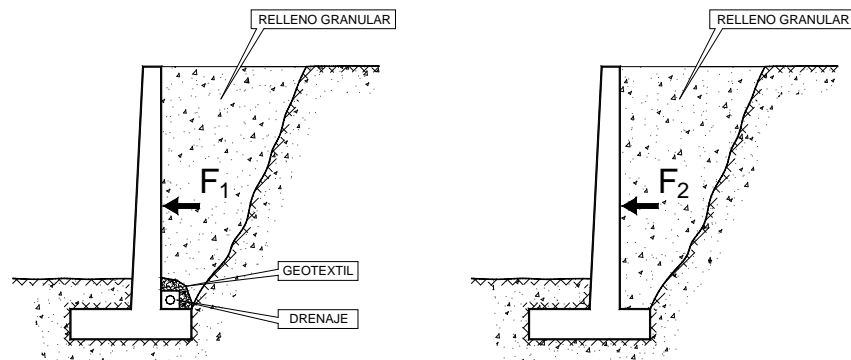


UGR

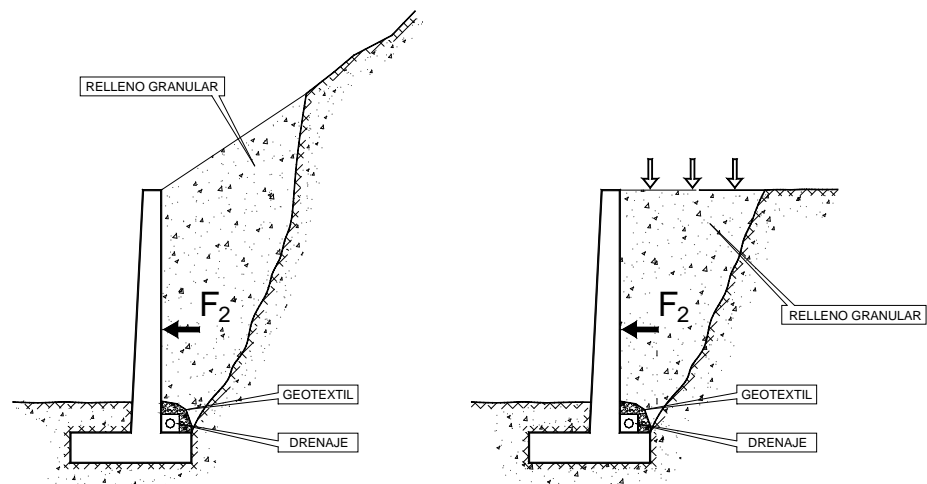
Universidad
de Granada

2. DE ESTIMACIÓN DE ACCIONES

- R**
- 2.5- Muros de contención sin drenaje en los que no se considera el empuje hidráulico o la sobrecarga en el trasdós o la pendiente del terreno.



$$F_1 < F_2$$





ADVENTIA INGENIERIA S.L.

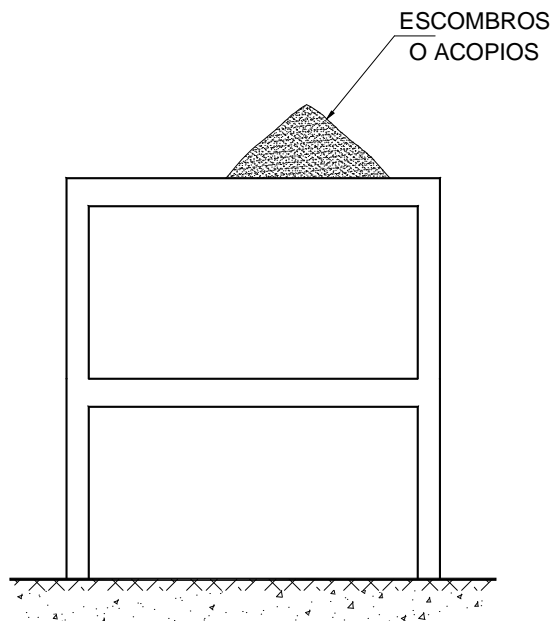


UGR

Universidad
de Granada

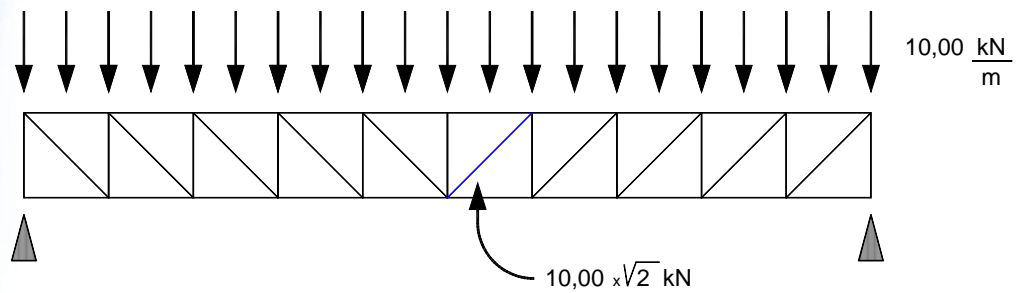
2. DE ESTIMACIÓN DE ACCIONES

- 2.6.- Marquesinas en la vía pública. La gente puede acceder a su parte superior.
- 2.7.- Acumulación de cargas en algún punto en la reparación de cubiertas con baja sobrecarga de uso. Fallo en el proceso de ejecución.

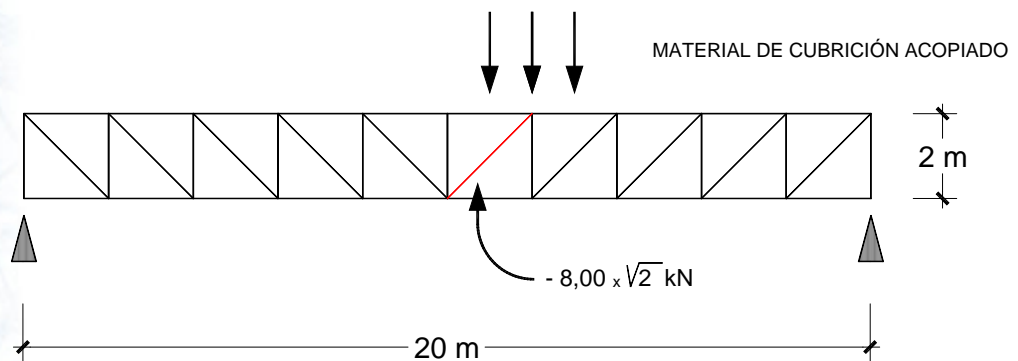


2. DE ESTIMACIÓN DE ACCIONES

•2.8.- Fallo en el proceso de ejecución.



SEGÚN CÁLCULO



DURANTE LA EJECUCIÓN



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

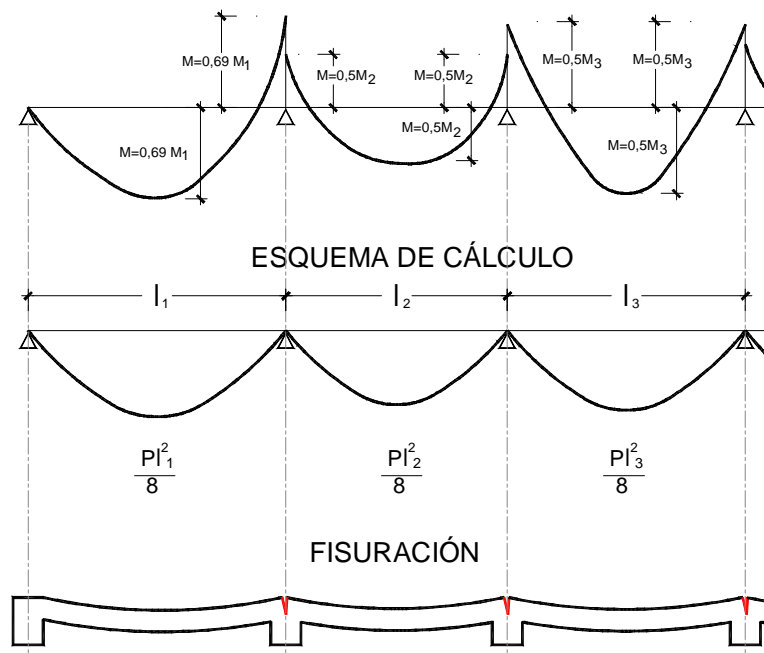
•3.1.- Ausencia de cálculo. Estimación del armado de elementos estructurales “a sentimiento”.

R

•3.2.- Forjados calculados como biapoyados, no disponiéndose armadura superior en apoyos. Rotura de pavimento y flechas excesivas.

¿R?

CÁLCULO DE M_f SEGÚN EF-96





ADVENTIA INGENIERIA S.L.

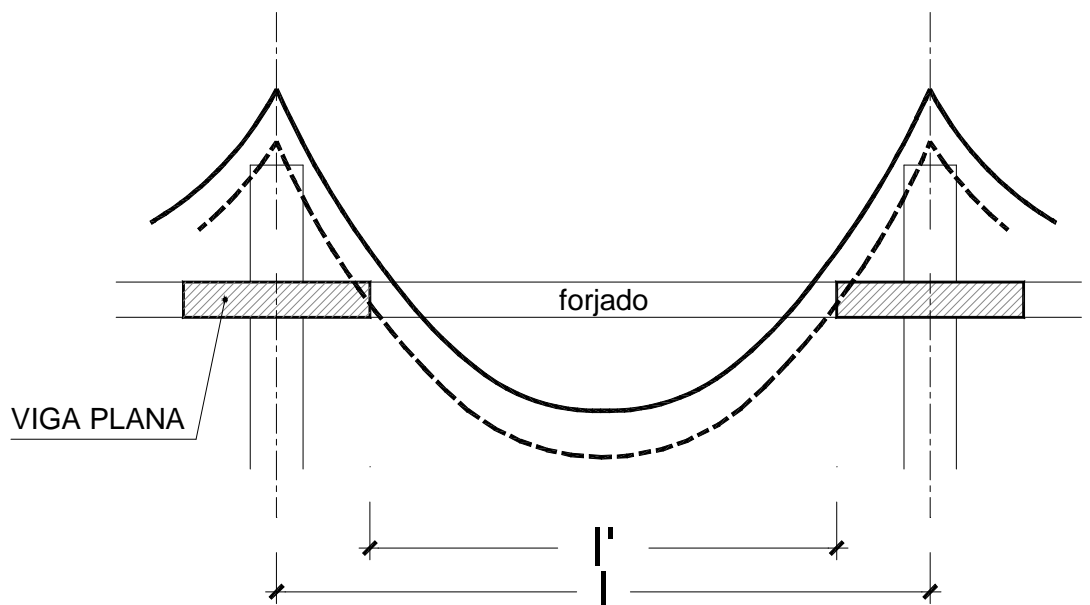


UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

- 3.3.- Forjados apoyados en vigas planas muy anchas, donde se adopta como luz de cálculo la existente entre caras de vigas.





ADVENTIA INGENIERÍA S.L.

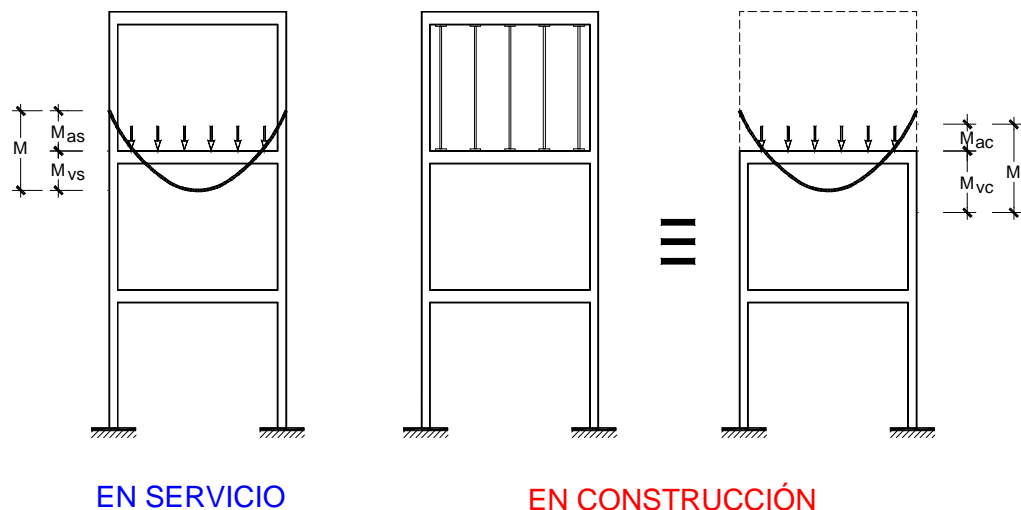


UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

- 3.4.- Mayores esfuerzos en etapa constructiva que en servicio. P.e.: viga en la que varía su ley de momentos al estar cimbrada la planta superior respecto a la ley de su cálculo en servicio.



$$M_{vs} < M_{vc}$$



ADVENTIA INGENIERÍA S.L.



UGR

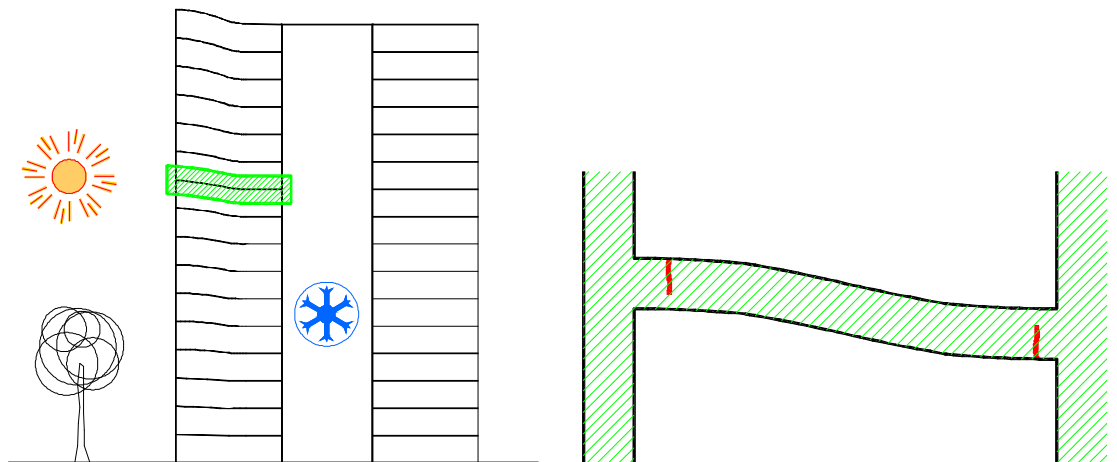
Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

•3.5.- Edificios de gran altura.

Variaciones térmicas no previstas. P.e.: pilares exteriores exentos frente a pilares interiores en ambiente acondicionado térmicamente.

R





ADVENTIA INGENIERIA S.L.

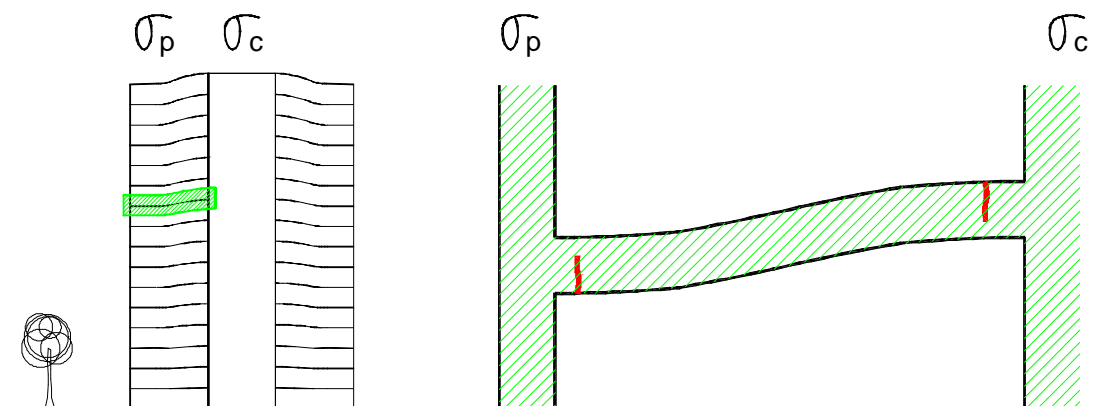


UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

- 3.6.- Edificios de gran altura.
Deformaciones distintas entre pilares muy cargados (p.e.: exteriores) y núcleos de carga poco cargados.



$$\sigma_p \gg \sigma_c$$



ADVENTIA INGENIERIA S.L.

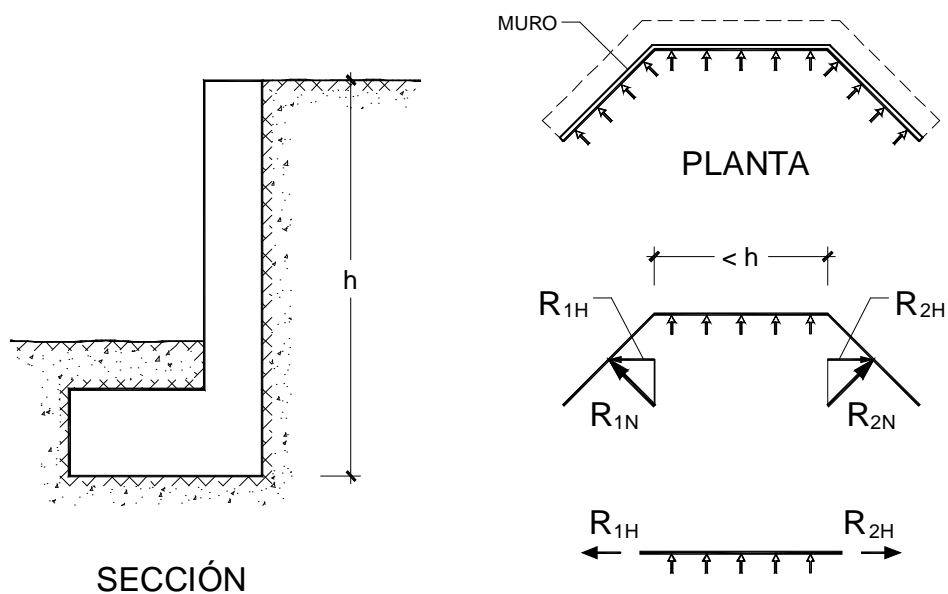


UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

- 3.7.- Muros de contención con trazado poligonal sometidos a tracciones horizontales imprevistas.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



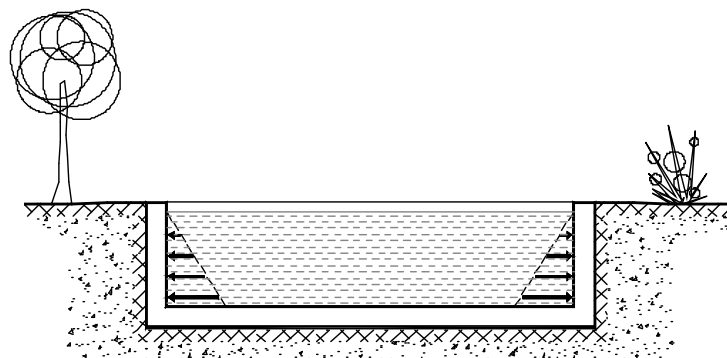
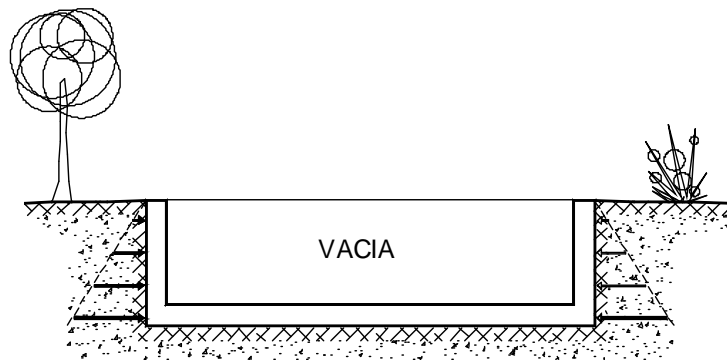
UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

- 3.8.- Piscinas. Olvido del empuje hidráulico o del empuje del terreno

R





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



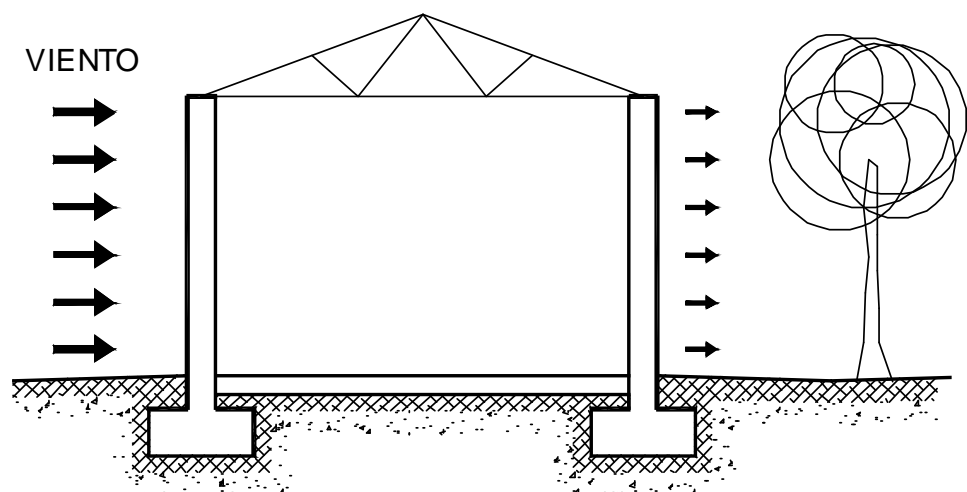
UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

Pilares y cimentación de naves industriales, polideportivos, etc.

- 3.9.1.- Olvido de los esfuerzos de viento.
- 3.9.2.- No hay coherencia entre las condiciones de contorno del cálculo de la cubierta y de los pilares.





ADVENTIA INGENIERÍA S.L.



UGR

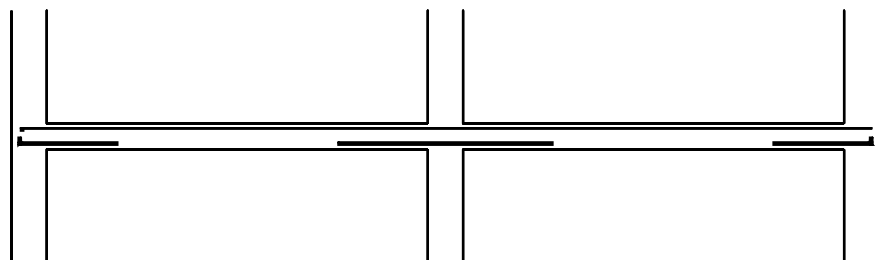
Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

•3.10.- ORDENADOR:

- 3.10.1.- Dibujo incorrecto de la armaduras, incluso intercambio de la superior e inferior.

R





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

•3.10.2.- Optimización “obsesiva” de la cuantía de armaduras, empleando muchos diámetros con diferentes longitudes. Posibles problemas de ejecución.

•3.10.3.- A veces se ponen barras de gran diámetro con longitudes muy cortas que no llegan a trabajar dada su longitud.

¿R?

•3.10.4.- Las esperas de la cimentación no coinciden con las del alzado en separación y diámetro en muros. También ocurre en pilares

¿R?



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



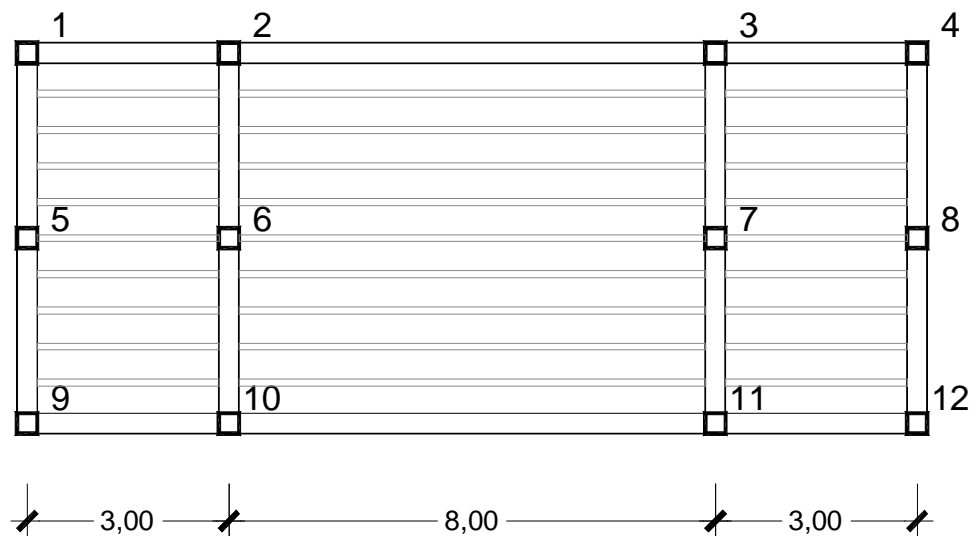
UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

¿R?

- 3.10.5.- Utilización de un programa de pórticos planos en el cálculo de una estructura con luces de forjado muy distintas. Más adecuado utilizar uno de cálculo espacial.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

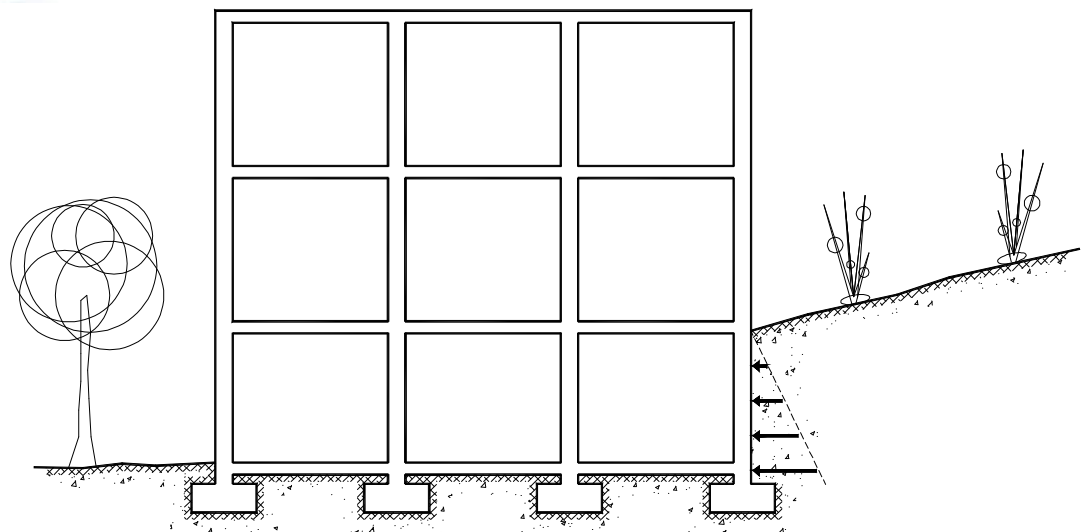
3. ERRORES EN EL CÁLCULO

R

- 3.10.6.- Discretizaciones inadecuadas o elección errónea del tipo de elemento cuando se calcula con programas de elementos finitos.

R

- 3.10.7.- No consideración de los esfuerzos provocados por empujes en muros no compensados.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

Universidad
de Granada

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

R

•3.10.8.- Consideración del muro apoyado en cabeza cuando el forjado tiene huecos al lado del muro.

¿R?

•3.10.9.- Consideración de los nervios de forjado en la matriz de rigidez.

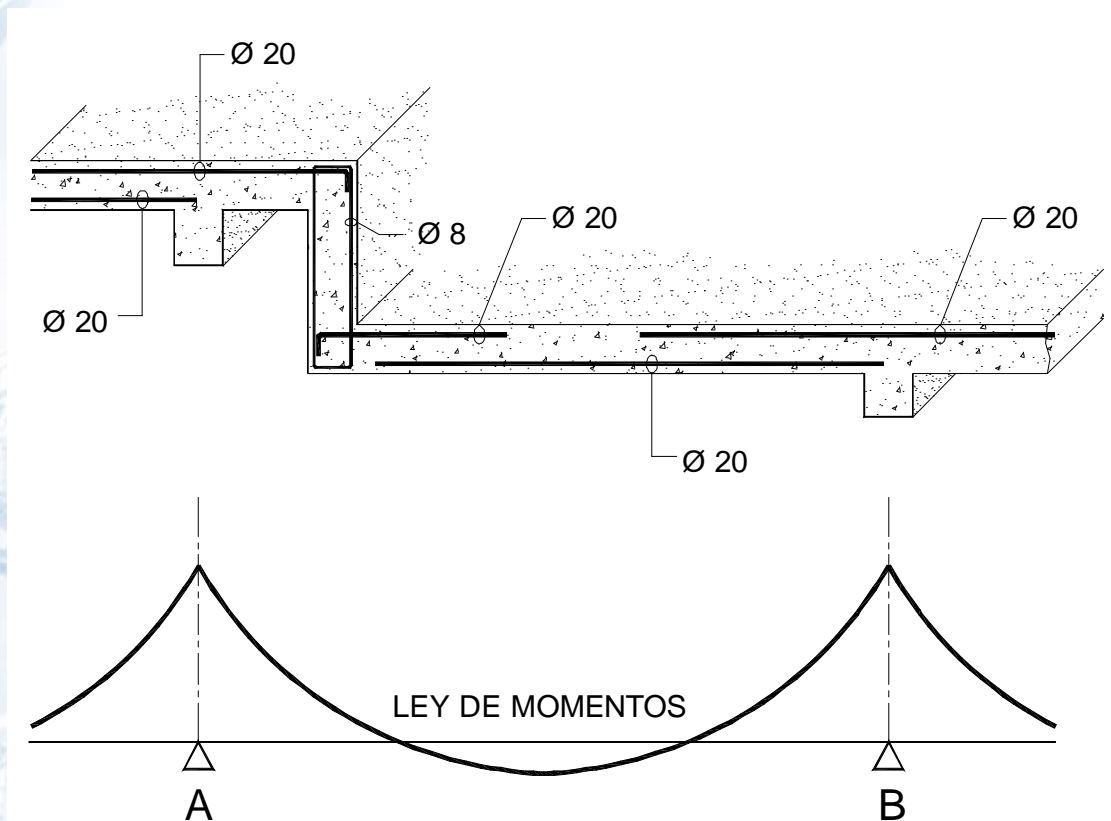
El fabricante del forjado lo desconoce y calcula de nuevo el forjado.

En edificios altos el problema es muy grave.

3. ERRORES EN EL CÁLCULO

R

- 3.10.10.- Quiebros en altura en losas. Falta de continuidad de armaduras





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



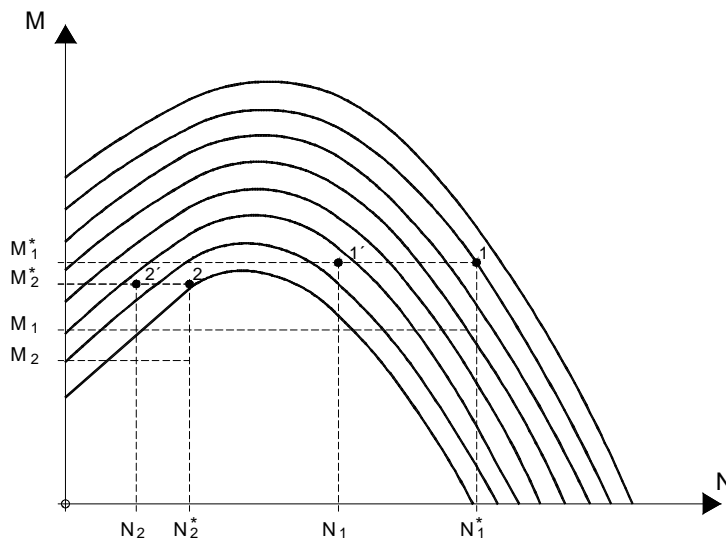
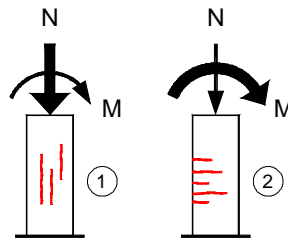
UGR

Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

- 4.1.- La situación pésima no tiene por que producirse siempre para la combinación de los máximos valores de las acciones mayoradas. Ejemplo típico: los pilares.

¿R?





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



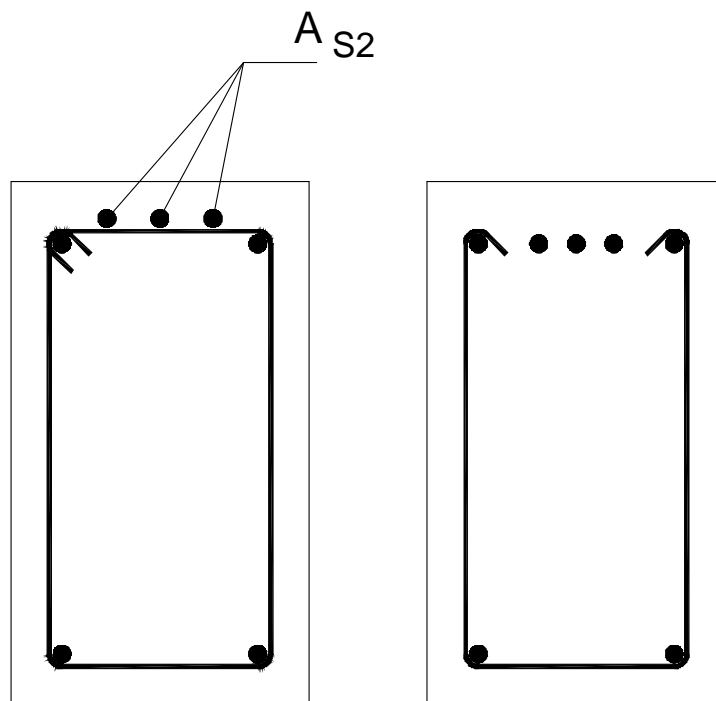
UGR

Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

¿R?

- 4.2.- Disposición de la armadura de tracción por fuera de los cercos. La disposición sería válida si la pieza no necesitara cercos. Problema típico en piezas prefabricadas con armadura superior puesta en obra.
- 4.2bis.- Cercos en forma de aviones en forjados reticulares que no atan la armadura de tracción (ver punto 6 de detalles constructivos).





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



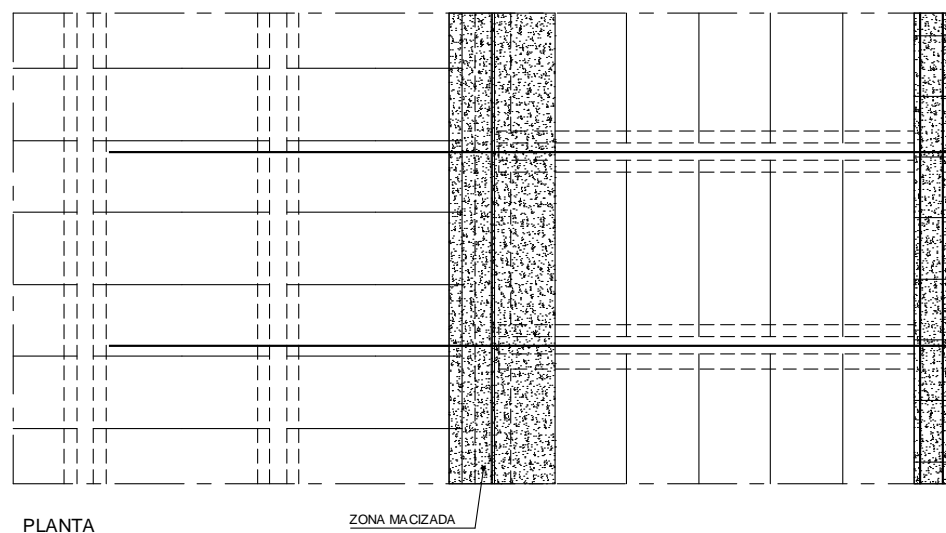
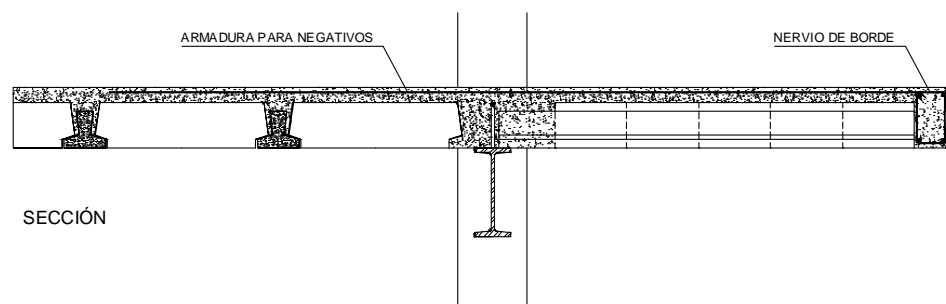
UGR

Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

R

- 4.3.- Voladizos ortogonales a la dirección del forjado adyacente sin macizado en éste.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



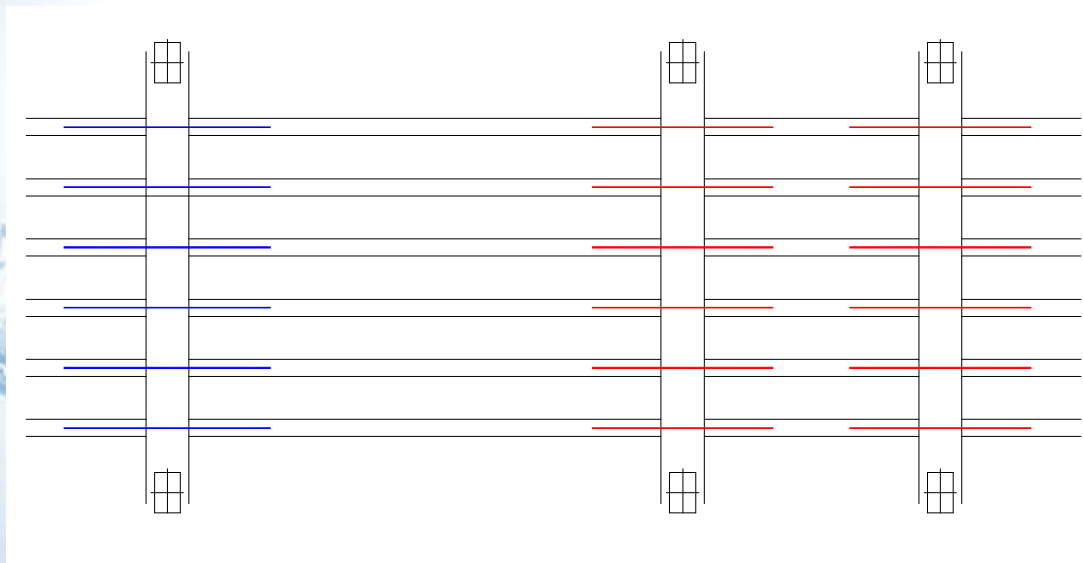
UGR

Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

R

- 4.4.- Longitudes insuficientes de armadura superior en forjados con vanos de luces muy distintas (en el vano de menor luz).



INCORRECTO



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



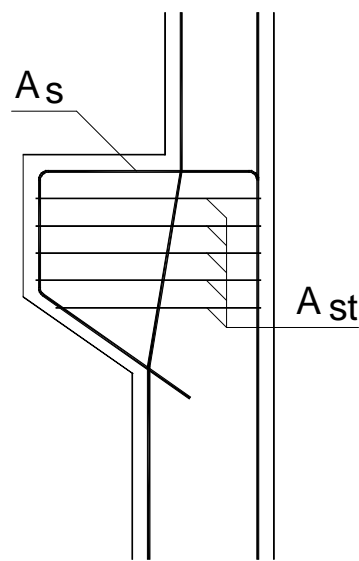
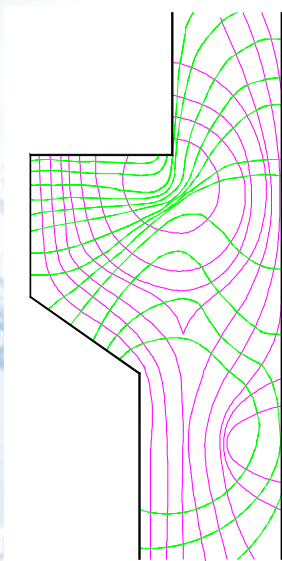
UGR

Universidad
de Granada

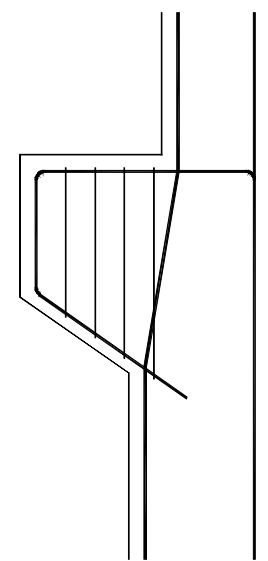
4. DIMENSIONAMIENTO

R

- 4.5.- Armado de ménsulas cortas con cercos verticales. P.e.: pilares apeados próximos a extremos de viga.



CORRECTO



INCORRECTO



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

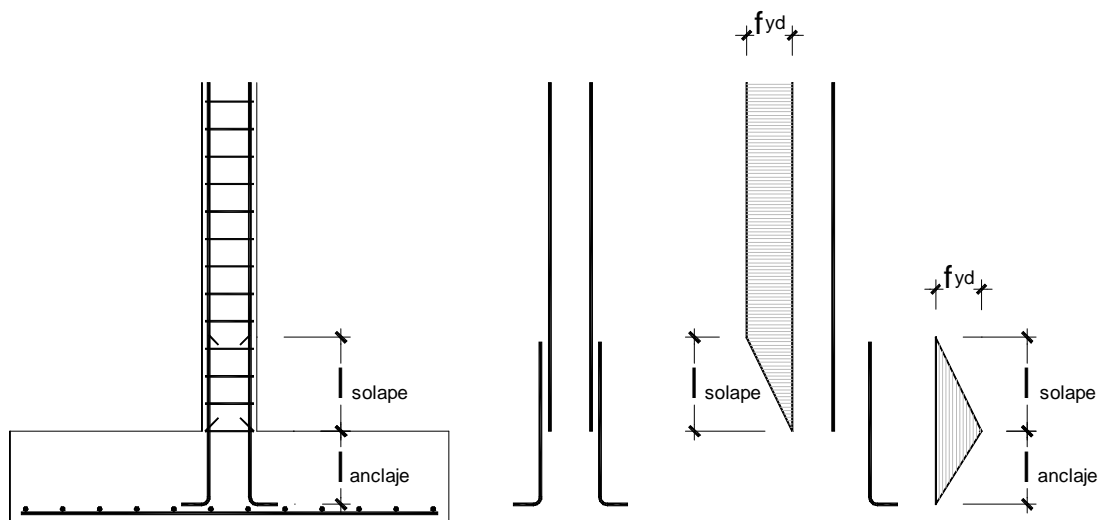
Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

¿R?

- 4.6.- Zapatas con poco canto y pilares armados con redondos de gran diámetro. Insuficiente longitud de anclaje de la armadura.

f_{yd} = LÍMITE ELÁSTICO DE CÁLCULO





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



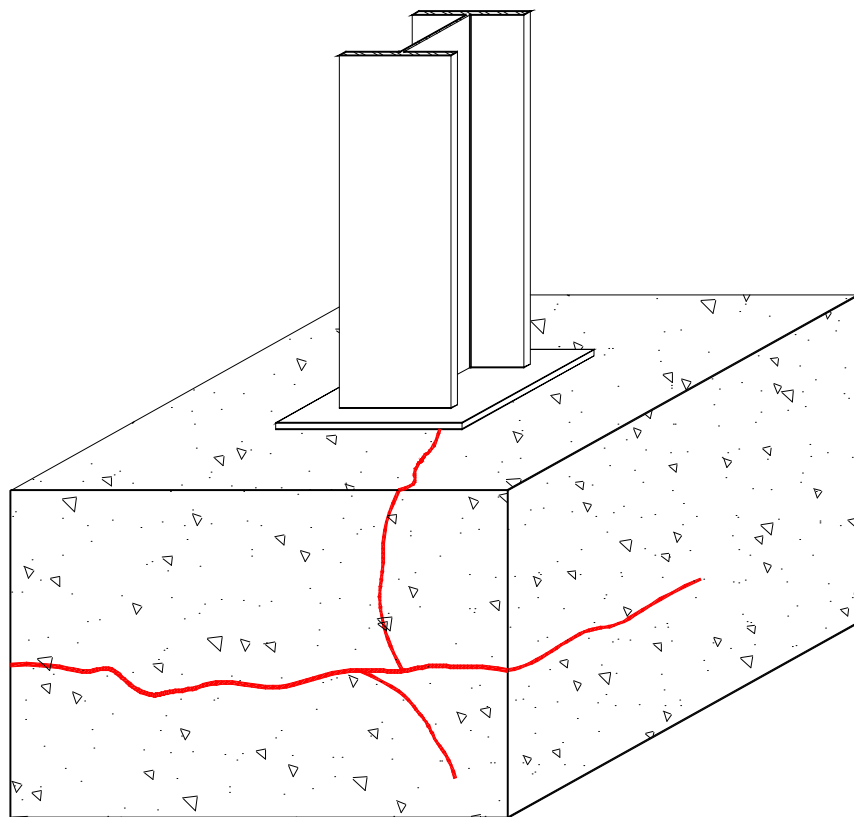
UGR

Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

R

- 4.7.- No hacer la comprobación de cargas concentradas sobre macizos, p.e.: en plintos de pilares metálicos.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



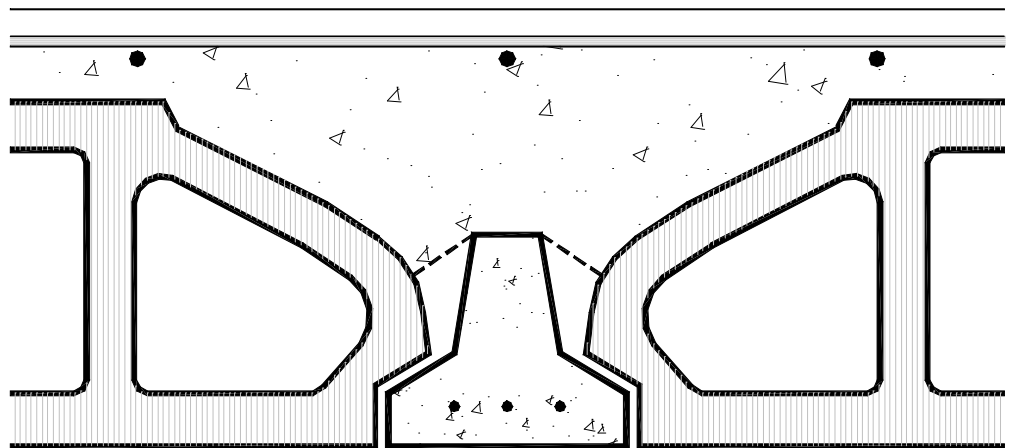
UGR

Universidad
de Granada

4. DIMENSIONAMIENTO

¿R?

- 4.8.- No hacer la comprobación del esfuerzo rasante entre el hormigón de la pieza prefabricada y el dispuesto *in situ*.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



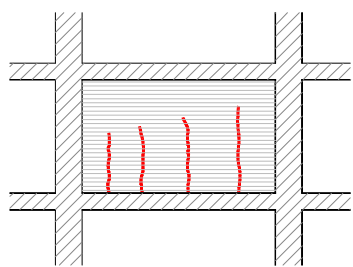
UGR

Universidad
de Granada

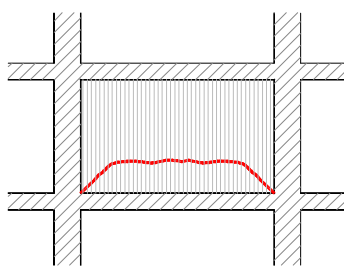
4. DIMENSIONAMIENTO

R

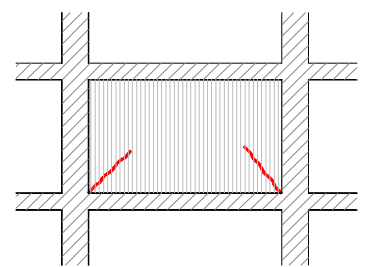
- 4.9.- Canto de vigas o forjados no adecuado para los elementos no estructurales (tabiques) que existen por encima. Fisuración por flechas activas excesivas.



DINTEL SUPERIOR
MÁS FLEXIBLE
QUE INFERIOR.



DINTEL INFERIOR
MÁS FLEXIBLE
QUE SUPERIOR.



DINTELES CON
SIMILAR
FLEXIBILIDAD.



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



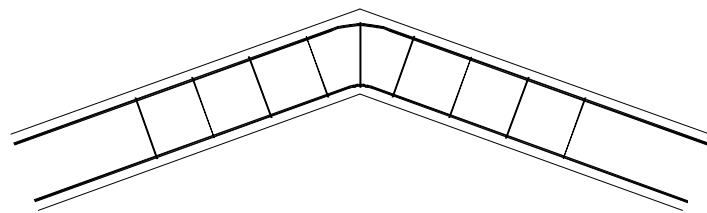
UGR

Universidad
de Granada

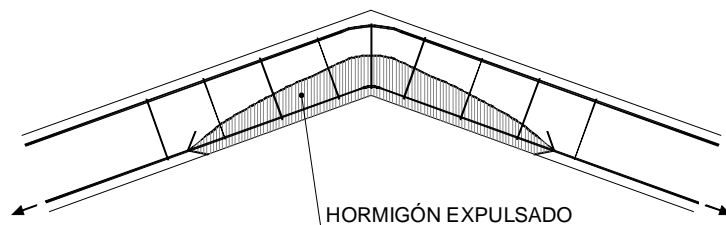
5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

R

- 5.1.- Empuje al vacío (en losas de escalera y en vigas de cumbrera).



INCORRECTO



CORRECTO



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



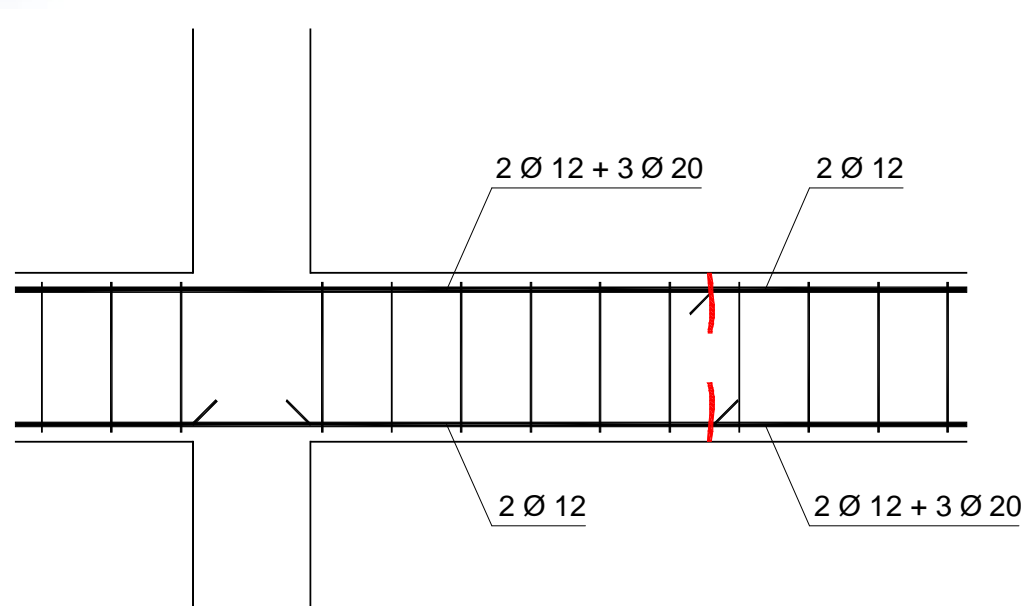
UGR

Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

•5.2.- Corte en la misma sección de una cuantía importante de armadura.

Fisura concentrada de retracción.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.

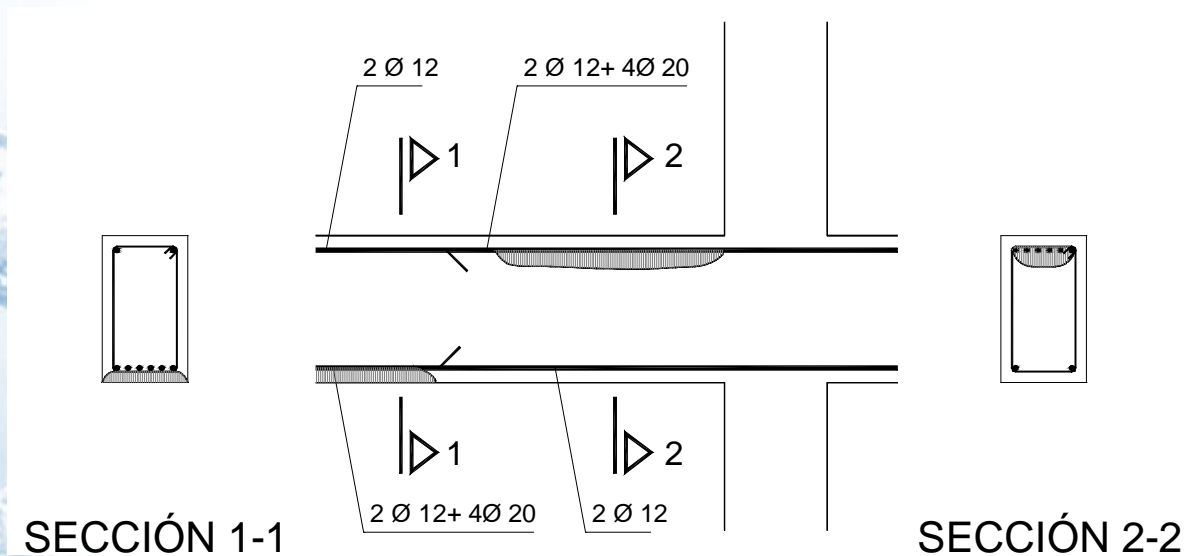


UGR

Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 5.3.- Formación de coqueas por excesivo número de barras de la armadura superior o falta de recubrimiento por excesivo número de barras de la armadura inferior.





ADVENTIA INGENIERÍA S.L.

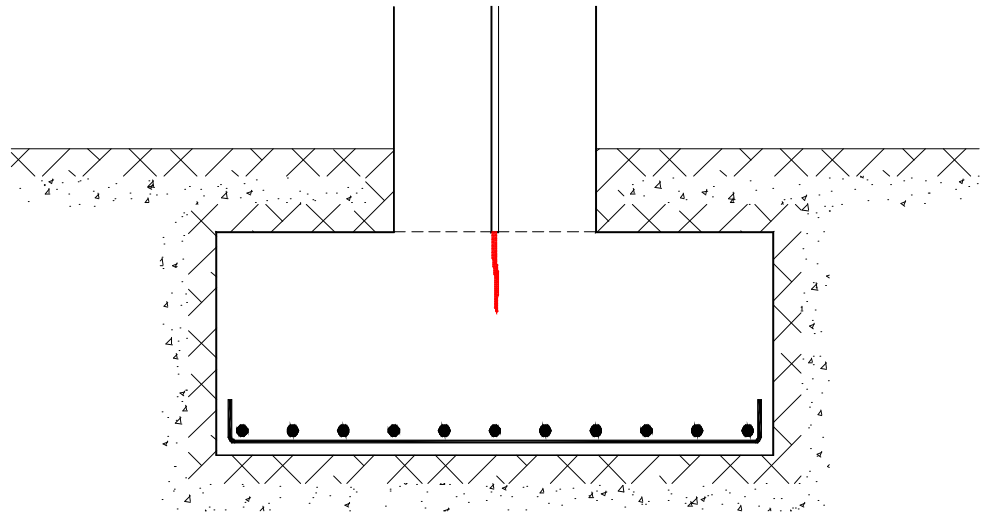


UGR

Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 5.4.- No disponer o disponer poca armadura en juntas en diapasón.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

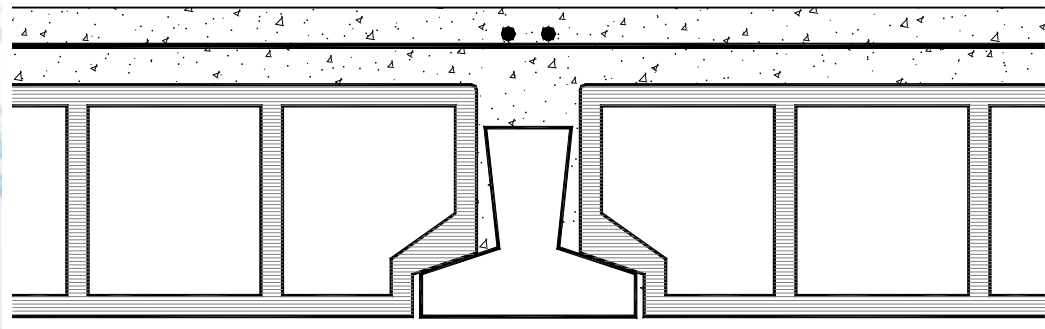
Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

R

- 5.5.- Incompatibilidad entre la vigueta prefabricada y la bovedilla.

Problemas de rasante en viguetas de hormigón con bovedilla de vigueta metálica





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



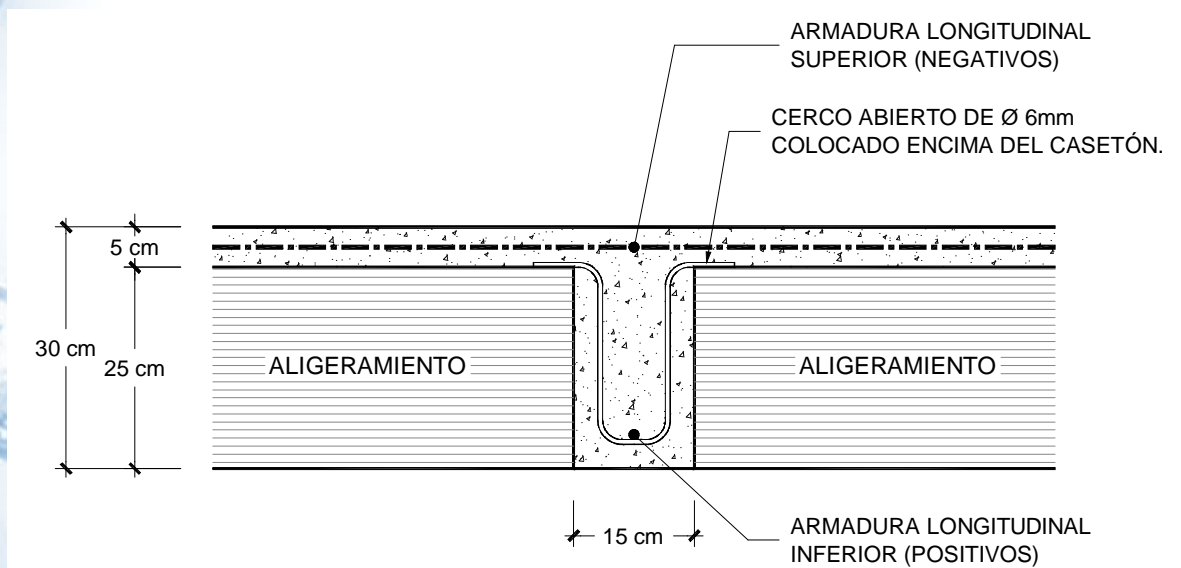
UGR

Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

¿R?

•5.6.- “Aviones” como armadura de cortante.





ADVENTIA INGENIERIA S.L.



UGR

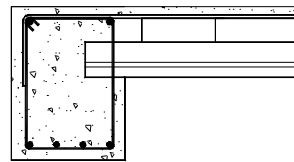
Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

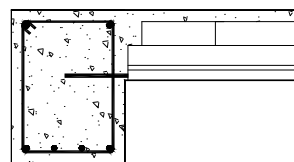
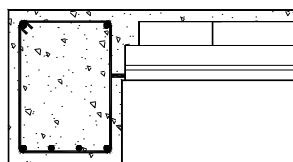
¿R?

- 5.7.-Apoyo de viguetas en vigas. No disposición de conector o anclaje existente de vigueta en viga.

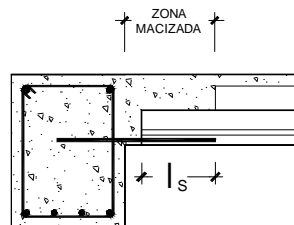
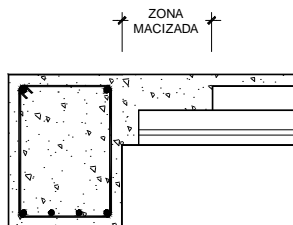
ENTREGA DE VIGUETA



ENTREGA DE ARMADURA INFERIOR



CON CONECTORES



INCORRECTO

CORRECTO



ADVENTIA INGENIERIA S.L.



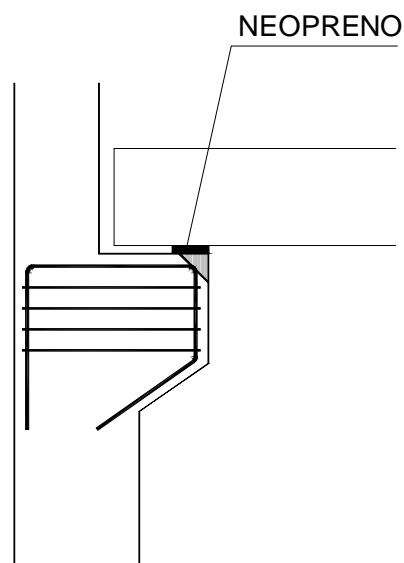
UGR

Universidad
de Granada

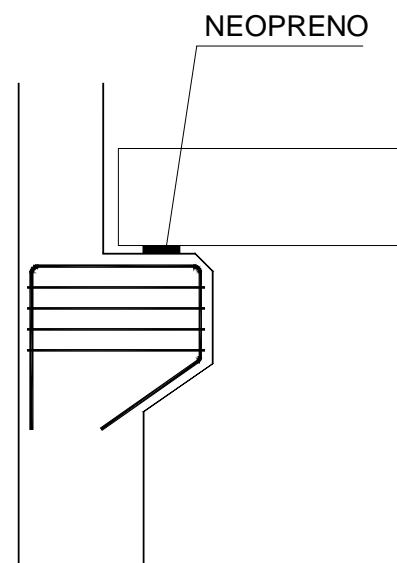
5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

R

- 5.8.- Apoyo muy cerca del extremo de una ménsula corta.



INCORRECTO



CORRECTO



ADVENTIA INGENIERIA S.L.

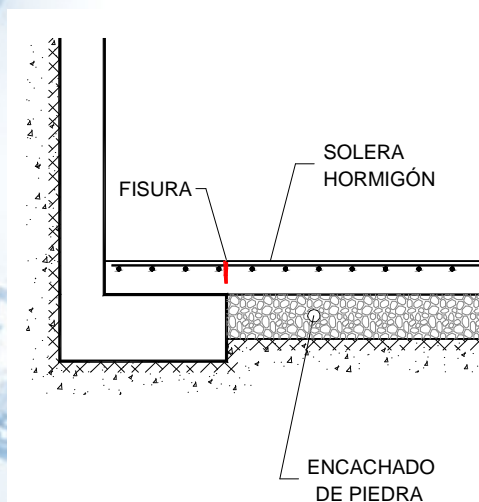


UGR

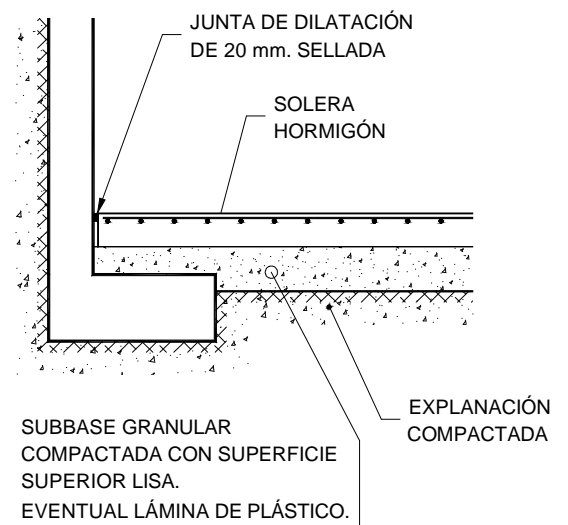
Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

•5.9.- Apoyo de solera directamente sobre zapata.



INCORRECTO



CORRECTO



ADVENTIA INGENIERÍA S.L.

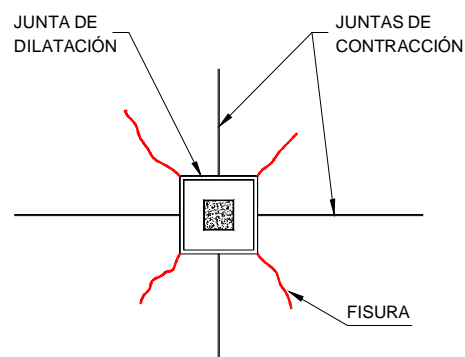


UGR

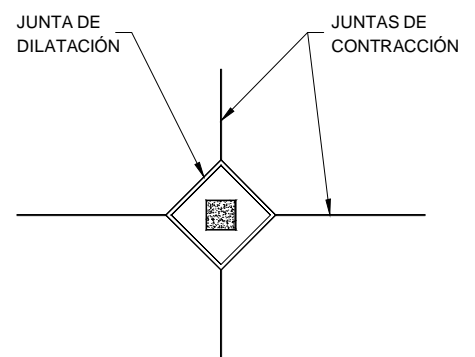
Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 5.10.- Inadecuado encuentro de juntas de contracción y dilatación en pavimentos.



INCORRECTO



CORRECTO



ADVENTIA INGENIERIA S.L.

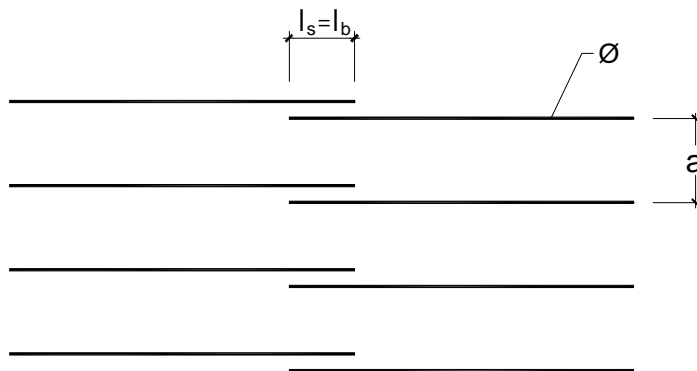


UGR

Universidad
de Granada

5. DETALLES CONSTRUCTIVOS

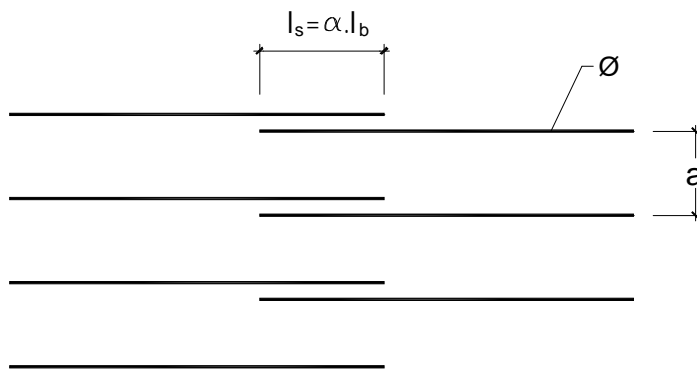
- R**
- 5.11.- Insuficiente solape de barras traccionadas cuando se utilizan mallas para el armado principal de flexión.



INCORRECTO

si $a \leq 10 \cdot \varnothing$, $\alpha = 2,0$

si $a > 10 \cdot \varnothing$, $\alpha = 1,4$



CORRECTO