

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Secretaría de
Comunicaciones y
Transportes
Dirección General de Transporte
Ferroviario y Multimodal
14/08/2013

ELABORACIÓN DE LOS "ESTUDIOS DE PRE-INVERSIÓN, RELACIONADOS CON EL ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA, FINANCIERA, LEGAL Y AMBIENTAL, ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO, ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS EN LA MODALIDAD DE TREN LIGERO ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ZAPOPAN, GUADALAJARA Y TLAQUEPAQUE, JALISCO"

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN****DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN****ÍNDICE**

1. OBJETO DEL DOCUMENTO	1
2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	2
3. BASES DE CÁLCULO	6
3.1. NORMATIVA DE REFERENCIA	6
3.2. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO	6
3.3. FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGAS	21
3.4. FACTORES DE RESISTENCIA	22
3.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	22
3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRAS DE REFUERZO	24
4. DESCRIPCIÓN DE LA TRINCHERA Y DE LOS NIVELES DE ARRIOSTRAMIENTO	27
4.1. UBICACIÓN DE LA TRINCHERA	27
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS LOSAS Y NIVELES DE ARRIOSTRAMIENTO	28
5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS LOSAS DE CUBIERTA	30
5.1. CARGAS CONSIDERADAS	30
5.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO	33
5.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN	36
5.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE	48
5.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO	57
5.6. DEFORMACIONES	62
5.7. ESQUEMA DE ARMADO	69

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

6. DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA DE ACCESO RODADO	71
6.1. CARGAS CONSIDERADAS	71
6.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO	73
6.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN	76
6.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE	82
6.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO	91
6.6. DEFORMACIONES	98
6.7. ESQUEMA DE ARMADO	101
7. DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA DE ACCESO PEATONAL A ESTACIÓN NORMAL	104
7.1. CARGAS CONSIDERADAS	104
7.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO	104
7.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN	108
7.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE	110
7.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO	111
7.6. DIMENSIONAMIENTO A RASANTE	112
7.7. DEFORMACIONES	112
7.8. ESQUEMA DE ARMADO	113
8. DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA DE FONDO	116
8.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA SOLERA	116
8.2. PREDIMENSIONAMIENTO MODELO TIPO BARRAS	117
8.2.1. <i>Cargas consideradas y combinaciones</i>	119

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.2.2.	<i>Esfuerzos de cálculo</i>	123
8.2.3.	<i>Dimensionamiento a flexión</i>	128
8.2.4.	<i>Dimensionamiento a cortante</i>	142
8.2.5.	<i>Dimensionamiento en servicio</i>	148
8.2.6.	<i>Dimensionamiento a rasante</i>	158
8.2.7.	<i>Deformaciones</i>	163
8.3.	CÁLCULO COMPLETO DE LA LOSA DE FONDO	164
8.3.1.	<i>Geometría, apoyos y cargas consideradas</i>	165
8.3.2.	<i>Dimensionamiento a flexión</i>	170
8.3.3.	<i>Dimensionamiento a cortante</i>	176
8.3.4.	<i>Dimensionamiento en servicio</i>	180
8.3.5.	<i>Dimensionamiento a rasante</i>	181
8.4.	ESQUEMA DE ARMADURA DISPUESTA EN LA LOSA	184
9.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESTAMPIDORES	186
9.1.	CARGAS CONSIDERADAS	186
9.2.	ESFUERZOS DE CÁLCULO	186
9.3.	DIMENSIONAMIENTO A FLEXOCOMPRESIÓN	187
9.4.	DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE	189
9.5.	ESQUEMA DE ARMADO	190
10.	DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS DE BORDE	191
10.1.	CARGAS CONSIDERADAS	191
10.2.	ESFUERZOS DE CÁLCULO	191

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

10.3.	DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN	192
10.4.	DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE	195
10.5.	DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO	196
10.6.	DIMENSIONAMIENTO A RASANTE	197
10.7.	ESQUEMA DE ARMADO	198

APÉNDICES

NO SE ENCONTRARON ELEMENTOS DE TABLA DE CONTENIDO.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

1. OBJETO DEL DOCUMENTO

En el presente documento se describen las estructuras y las principales verificaciones realizadas en la trinchera de Zapopan de la Línea 3 del Metro de Guadalajara entre los PKs aproximados 8+700 y 9+380 exceptuando los elementos de contención (pantallas).

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La trinchera de Zapopan es la solución geotécnica y estructural para la rampa que conecta el tramo aéreo 8+700⁺ con la estación Normal 9+380⁺.

El tramo se resuelve íntegramente en Cut&Cover dado que no existe profundidad suficiente para la acción de la tuneladora (TBM) y debido a la proximidad con la estación Normal.

Entre el PK 8+700 hasta el PK 9+220 la trinchera resuelve exclusivamente el acceso de la rampa del ferrocarril. El sistema de contención se ejecuta a base de pilotes secantes alternando pilotes primarios de hormigón en masa y pilotes secundarios de hormigón armado con un solapo de 30cm y un diámetro de 1.00m. Las losas superior e inferior son de hormigón armado de 1.00m de espesor. Entre ellas se proponen alineaciones de puntales espaciados verticalmente entre cinco y siete metros. El sistema de ejecución es del tipo top-down iniciándose la ejecución de la losa superior y posteriormente realizándose la excavación interior de manera que los espacios en superficie se liberan rápidamente y las deformaciones de las pantallas se contienen en cabeza desde los primeros estadios de la ejecución.

Aproximadamente en el PK 9+220 se produce el entronque del trazado de la vía definitiva con el pozo de ataque de la tuneladora. Entre este PK 9+220 hasta el PK 9+255 se produce la convergencia entre el trazado de la tuneladora y el trazado de la vía definitiva. Se trata de una zona singular donde los gálidos se superponen y se requieren soluciones especiales con grandes luces para la losa de cubierta. Además en este tramo se debe ofrecer solución a la futura rampa de tráfico rodado a la estación de autobuses en un nivel intermedio en el ferrocarril y la urbanización. Esta zona se resuelve a luz completa en el nivel de la cubierta mediante una solución en vigas pretensadas (1.80m de canto) solidarizadas por una capa de compresión (0.30m de espesor) a modo de losa ortótropa. Esta solución es compatible con la ejecución top-down y por lo tanto se limitan las afecciones al tráfico y el riesgo de subsidencia. En el nivel intermedio la luz se recorta mediante la ejecución de un muro a borde de gálido del ferrocarril, permitiéndose la solución en losa de hormigón armado. En este tramo, la losa inferior se propone de 2.00m de espesor y se diseña para resolver las subpresiones de la luz completa ya que el nivel intermedio solamente se ejecutará tras el paso de la tuneladora desde el pozo ataque hasta la estación Normal. Las pantallas de este tramo se sustentan inicialmente mediante solución de anclajes

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

provisionales y finalmente, tras el paso de la tuneladora, mediante apuntalamiento de la losa intermedia para el tráfico rodado.

Entre el PK 9+255 y el PK 9+380 los trazados de la tuneladora, la rampa de acceso rodado y la rampa del ferrocarril son prácticamente coincidentes en planta por lo que las luces se reducen considerablemente. La losa superior se ejecuta en hormigón armado de 1.50m de espesor, la losa inferior se resuelve con una solución en arco que permite el paso de la tuneladora y la losa intermedia se ejecuta en hormigón armado de 1.50m de ancho. En este tramo las pantallas están aseguradas con niveles de puntales.



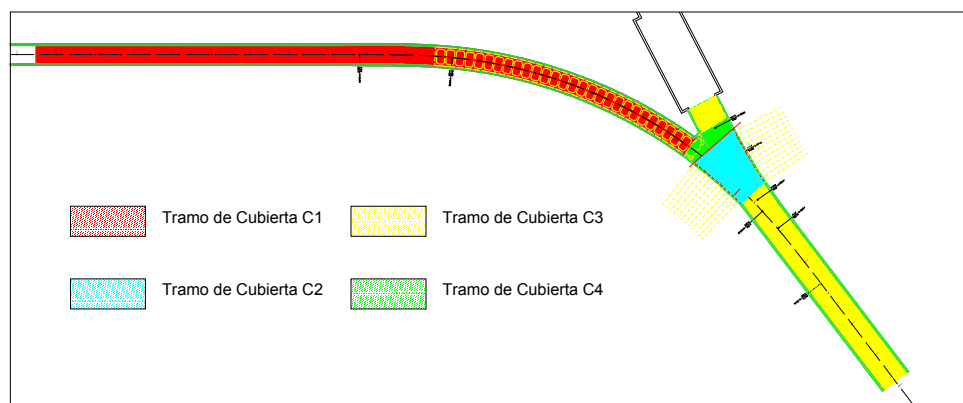
Debida a la cierta complejidad del tramo en trinchera se localizan diferentes elementos estructurales que son objeto de desarrollo en el presente documento:

- **Cubierta C1:** Cubierta de hormigón armado de 1.00m de canto entre PPKK 8+700 hasta 9+220.
- **Solera S1:** Losa Inferior de hormigón armado de 1.00m de canto: Losa inferior de hormigón armado de 1.00m de canto entre el PPKK 8+700 hasta 9+220.
- **Cubierta C2:** Cubierta de hormigón pretensado: Cubierta de hormigón pretensado de 1.80m de canto y 0.30m de capa compresora entre PPKK 9+220 hasta 9+255.
- **Losa Intermedia L-2:** Losa intermedia de hormigón armado de 1.20m de canto para el acceso de tráfico rodado entre PPKK 9+220 hasta 9+255.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

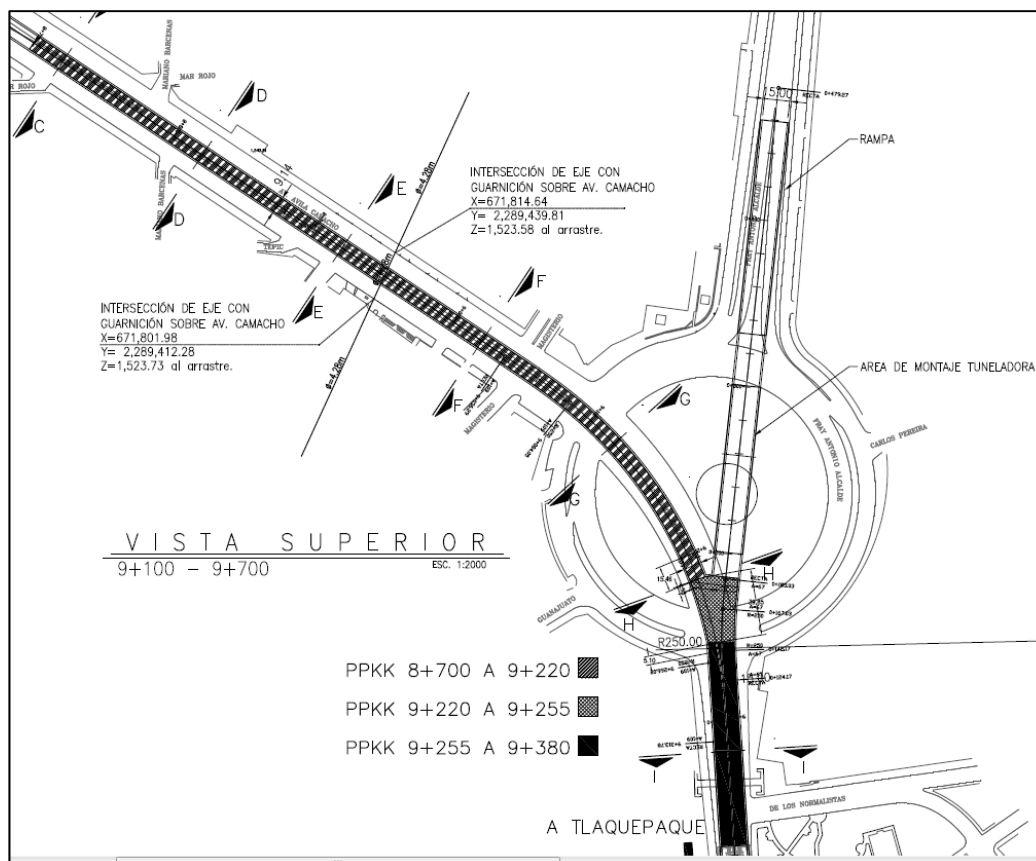
- **Solera S2:** Losa inferior compatible para paso de la tuneladora de 2.00m de canto entre PPKK 9+220 hasta 9+255.
- **Cubierta C3:** Cubierta de hormigón armado de 1.50m de canto entre PPKK 9+255 hasta 9+380.
- **Losa Intermedia L-3:** Losa intermedia de hormigón armado de 1.20m de canto para el acceso de tráfico rodado entre PPKK 9+255 hasta 9+380.
- **Solera S3:** Losa inferior compatible para paso de tuneladora de 1.50m de canto entre PPKK 9+255 hasta 9+380.
- **Puntales P:** Puntales provisionales entre PPKK 8+700 y 9+220 y entre PPKK 9+255 y 9+380.
- **Cubierta C4:** Zona de pantalón con pantalla intermedia entre PPKK 9+217 y 9+224.

A continuación se pueden apreciar los cuatro diferentes tramos de cubierta:



A continuación se pueden apreciar los tres diferentes tramos de solera:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



3. BASES DE CÁLCULO

3.1. NORMATIVA DE REFERENCIA

Para el dimensionamiento de las pantallas se han considerado las siguientes normativas de referencia:

- Normativa AASHTO-LRFD 2007.
- Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo de la Comisión Federal de la Electricidad (CFE-2008).
- Normativa ACI 318-08

3.2. ACCIONES CONSIDERADAS EN EL CÁLCULO

Las acciones consideradas en el cálculo de las diferentes losas y niveles de arriostramiento son las siguientes:

Cubierta C1

Cubierta de hormigón armado de 1.00m de canto entre PPKK 8+715 hasta 9+220 está sometida a las siguientes acciones:

- El peso propio de la estructura (DC). Se considera un peso específico del hormigón armado y pretensado aproximado de 25 kN/m^3 .
- Carga muerta del pavimento sobre el relleno (DW). Se considera un pavimento de 30 cm. sobre el relleno $\rightarrow DW = 0,3 \cdot 23 = 6,9 \text{ kN/m}^2$.
- Empuje de tierras horizontal debido al apuntalamiento del sostenimiento (EH).
- Carga muerta del relleno sobre cubierta (EV). Se considera un relleno de 1,5 metros de material sobre la cubierta $\rightarrow EV = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ kN/m}^2$.
- Componente dinámica del tráfico (IM).
- Sobrecarga vehicular (LL): Se considera una carga vehicular de 23.14 kN/m^2 . Véase justificación al final del presente epígrafe.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

La carga de diseño vehicular (LL) y la componente dinámica de la carga vehicular (IM) aparecen tratadas conjuntamente en las combinaciones de acciones de la AASTHO ya que están intrínsecamente relacionadas.

Dado que en 10.14m de ancho no existe la posibilidad de disponer 3 carriles completos, el cálculo equivalente se realiza considerando una carga centrada de dos carriles con carga pesada (sin reducción) y el resto con la carga de carril.

La carga vehicular por carril se define como la carga pésima resultante de combinar un cuchillo de cargas de 9.1kN/m en cada carril virtual (existen carriles virtuales cada 3.60m de ancho) y el caso pésimo entre un camión de diseño o un tándem de cargas de diseño. Supone una sobrecarga de 2.53kPa.

El tándem de diseño está constituido por dos ejes de 110kN separados 1.20m longitudinalmente al carril y cuyas ruedas suponen cargas separadas 1.80m. El área de contacto del neumático es de 510mm transversalmente al carril y de 250mm longitudinalmente. Esa área de contacto se distribuye en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 3.25x3.60m. Ello supone una carga de 18.80kPa.

El camión de diseño está constituido por 3 ejes de 35kN / 145kN / 145kN separados 4.30m longitudinalmente (en el caso pésimo para una losa ortótropa transversal a los carriles). El área de contacto distribuida en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan sólo entre cargas de un mismo eje hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 2.05x3.60m. Ello supone una carga de 19.65kPa.

La componente de carga dinámica IM para un elemento enterrado se estima de acuerdo a la sección 3.6.2.2 en porcentaje:

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot D_E) > 0\%$$

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1500) = 12.71\% > 0\%$$

Por lo que la carga completa consecuencia de la carga de camión distribuida, la carga vehicular por carril y sus componentes dinámicas quedaría:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

$$q_{LL+IM}(central = 7.20m) = (19.65 + 2.53) \cdot 1.1271 = 25.00kPa$$

$$q_{LL+IM}(laterales) = (2.53) \cdot 1.1271 = 2.85kPa$$

El momento en el centro de la viga biapoyada de 10.14m se estima en 252.41kN*m/m en estas condiciones. La carga distribuida equivalente en flexión en esas condiciones es de 23.14kPa.

Cubierta C2

La cubierta de hormigón pretensado de 1.60m de canto y 0.30m de capa compresora entre PPKK 9+220 hasta 9+255 está sometida a las siguientes acciones:

- El peso propio de la estructura (DC). Se considera un peso específico del hormigón armado y pretensado aproximado de 25kN/m³.
- Carga muerta del pavimento sobre el relleno (DW). Se considera un pavimento de 30 cm. sobre el relleno → $DW = 0,3 \cdot 23 = 6,9 \text{ kN/m}^2$.
- Empuje de tierras horizontal debido al apuntalamiento del sostenimiento (EH).
- Carga muerta del relleno sobre cubierta (EV). Se considera un relleno de 1,5 metros de material sobre la cubierta → $EV = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ kN/m}^2$.
- Esfuerzos bloqueados derivados del proceso constructivo (EL). Se considera el pretensado en esta categoría.
- Pérdidas derivadas de la fluencia (CR).
- Componente dinámica del tráfico (IM).

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN****DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN**

- Sobrecarga vehicular (LL): Se considera una carga vehicular de 16.25kN/m^2 para longitudes iguales o superiores a 21.00m y 19.77kN/m^2 para longitudes de 15.00m. Dado que entre ambas acciones se produce una carga central principal y un vano en reducción, la carga se puede interpolar linealmente a razón de 0.59kPa/m :

Luz	LL
>21.00m	16.25kPa
21.00m	16.25kPa
20.00m	16.85kPa
19.00m	17.45kPa
18.00m	18.00kPa
17.00m	18.61kPa
16.00m	19.20kPa
15.00m	19.77kPa

- Efecto de la retracción (pérdida de pretensado) SH.

Nota: Las pérdidas de pretensado consideradas son el acortamiento elástico de las vigas (corto plazo), la fluencia del hormigón (largo plazo), la retracción del hormigón (largo plazo) y la relajación del acero (largo plazo). Aunque no todas ellas aparecen directamente definidas en el Sección 3 de la AASTHO sí que se resuelven en la Sección 5.

La carga de diseño vehicular (LL) y la componente dinámica de la carga vehicular (IM) aparecen tratadas conjuntamente en las combinaciones de acciones de la AASTHO ya que están intrínsecamente relacionadas.

La carga vehicular se define en la sección 3.6.1 de la AASTHO. La carga vehicular es susceptible de una reducción de hasta el 65% por presencia en múltiples carriles, caso crítico para los viaductos de anchura igual o superior a 21.00m.

Entre 15 y 21m el caso crítico se obtiene con 3 carriles cargados y un coeficiente de reducción del 85%.

La carga vehicular por carril se define la carga pésima resultante de combinar un cuchillo de cargas de 9.1kN/m en cada carril virtual (existen carriles virtuales cada 3.60m de ancho) y el caso pésimo entre un

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

camión de diseño o un tándem de cargas de diseño. Supone una sobrecarga de 2.53kPa que reducida un 65% queda en 1.65kPa y reducida un 85% queda en 2.15kPa.

El tándem de diseño está constituido por dos ejes de 110kN separados 1.20m longitudinalmente al carril y cuyas ruedas suponen cargas separadas 1.80m. El área de contacto del neumático es de 510mm transversalmente al carril y de 250mm longitudinalmente. Esa área de contacto se distribuye en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 3.25x3.60m. Ello supone una carga de 18.80kPa, que reducidas un 65% quedan en 12.22kPa y reducida un 85% queda en 15.98kPa.

El camión de diseño está constituido por 3 ejes de 35kN / 145kN / 145kN separados 4.30m longitudinalmente (en el caso pésimo para una losa ortótropa transversal a los carriles). El área de contacto distribuida en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan sólo entre cargas de un mismo eje hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 2.05x3.60m. Ello supone una carga de 19.65kPa, que reducida un 65% queda en 12.77kPa y reducida un 85% queda en 16.70kPa.

La componente de carga dinámica IM para un elemento enterrado se estima de acuerdo a la sección 3.6.2.2 en porcentaje:

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot D_E) > 0\%$$

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1500) = 12.71\% > 0\%$$

Por lo que la carga completa consecuencia de la carga de camión distribuida, la carga vehicular por carril y sus componentes dinámicas quedaría:

$$q_{LL+IM}(L \geq 21) = (12.77 + 1.65) \cdot 1.1271 = 16.25kPa$$

$$q_{LL+IM}(21 > L > 15) = 19.77kPa$$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

2,05	0,9	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa
		65%*35kN*IM 5.31kPa	65%*35kN*IM 5.31kPa	65%*35kN*IM 5.31kPa	65%*35kN*IM 5.31kPa	65%*35kN*IM 5.31kPa	65%*35kN*IM 5.31kPa	65%*35kN*IM 5.31kPa
		1.86kPa 3,6	1.86kPa 3,6	1.86kPa 3,6	1.86kPa 3,6	1.86kPa 3,6	1.86kPa 3,6	1.86kPa 3,6
	2,34kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa
		1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa	1.86kPa
		65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa	65%*145kN*IM 16.25kPa
		1.86kPa Carril Virtual ①	1.86kPa Carril Virtual ②	1.86kPa Carril Virtual ③	1.86kPa Carril Virtual ④	1.86kPa Carril Virtual ⑤	1.86kPa Carril Virtual ⑥	1.86kPa Carril Virtual ⑦

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN****DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN**

Cubierta C3

Cubierta de hormigón armado de 1.50m de canto entre PPKK 9+255 hasta 9+377 está sometida a las siguientes acciones:

- El peso propio de la estructura (DC). Se considera un peso específico del hormigón armado y pretensado aproximado de 25kN/m^3 .
- Carga muerta del pavimento sobre el relleno (DW). Se considera un pavimento de 30 cm. sobre el relleno $\rightarrow DW = 0,3 \cdot 23 = 6,9 \text{ kN/m}^2$.
- Empuje de tierras horizontal debido al apuntalamiento del sostenimiento (EH).
- Carga muerta del relleno sobre cubierta (EV). Se considera un relleno de 1,5 metros de material sobre la cubierta $\rightarrow EV = 1,5 \cdot 20 = 30 \text{ kN/m}^2$.
- Componente dinámica del tráfico (IM).
- Sobrecarga vehicular (LL): Se considera una carga vehicular de 19.77kN/m^2 . Véase justificación al final del presente epígrafe.

La carga de diseño vehicular (LL) y la componente dinámica de la carga vehicular (IM) aparecen tratadas conjuntamente en las combinaciones de acciones de la AASTHO ya que están intrínsecamente relacionadas.

Aunque en 15.00m de ancho existe la posibilidad de disponer 4 carriles completos, los carriles extremos generan esfuerzos pequeños al estar cercanos a la zona de apoyos, resultando pésima la combinación con 3 carriles de carga pesada y 1 carril extremo con carga de carril. La reducción en este caso es al 85%.

La carga vehicular por carril se define la carga pésima resultante de combinar un cuchillo de cargas de 9.1kN/m en cada carril virtual (existen carriles virtuales cada 3.60m de ancho) y el caso pésimo entre un camión de diseño o un tándem de cargas de diseño. Supone una sobrecarga de 2.53kPa que reducida al 85% supone 2.15kPa .

El tándem de diseño está constituido por dos ejes de 110kN separados 1.20m longitudinalmente al carril y cuyas ruedas suponen cargas separadas 1.80m. El área de contacto del neumático es de 510mm

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

transversalmente al carril y de 250mm longitudinalmente. Esa área de contacto se distribuye en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 3.25x3.60m. Ello supone una carga de 18.80kPa que reducida al 85% queda en 15.98kPa.

El camión de diseño está constituido por 3 ejes de 35kN / 145kN / 145kN separados 4.30m longitudinalmente (en el caso pésimo para una losa ortótropa transversal a los carriles). El área de contacto distribuida en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan sólo entre cargas de un mismo eje hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 2.05x3.60m. Ello supone una carga de 19.65kPa que reducida al 85% queda en 16.70kPa.

La componente de carga dinámica IM para un elemento enterrado se estima de acuerdo a la sección 3.6.2.2 en porcentaje:

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot D_E) > 0\%$$

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1500) = 12.71\% > 0\%$$

Por lo que la carga completa consecuencia de la carga de camión distribuida, la carga vehicular por carril y sus componentes dinámicas quedaría:

$$q_{LL+IM}(central = 10.80m) = (16.70 + 2.15) \cdot 1.1271 = 21.25kPa$$

$$q_{LL+IM}(laterales) = (2.15) \cdot 1.1271 = 2.42kPa$$

El momento en el centro de la viga biapoyada de 15m se estima en 252.41kN*m/m en estas condiciones. La carga distribuida equivalente en flexión en esas condiciones es de 19.77kPa.

Cubierta C4

Cubierta de hormigón armado de 1.50m de canto entre PPKK 9+217 hasta 9+224 está sometida a las siguientes acciones:

- El peso propio de la estructura (DC). Se considera un peso específico del hormigón armado y pretensado aproximado de 25kN/m³.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Carga muerta del pavimento sobre el relleno (DW). Se considera un pavimento de 30 cm. sobre el relleno $\rightarrow DW = 0,3 \cdot 23 = 6,9 \text{ kN/m}^2$.
- Empuje de tierras horizontal debido al apuntalamiento del sostenimiento (EH).
- Carga muerta del relleno sobre cubierta (EV). Se considera un relleno de 1,0 metros de material sobre la cubierta $\rightarrow EV = 1,0 \cdot 20 = 20 \text{ kN/m}^2$.
- Componente dinámica del tráfico (IM).
- Sobrecarga vehicular (LL): Se considera una carga vehicular de 19.77 kN/m^2 . Véase justificación al final del presente epígrafe.

La carga de diseño vehicular (LL) y la componente dinámica de la carga vehicular (IM) aparecen tratadas conjuntamente en las combinaciones de acciones de la AASTHO ya que están intrínsecamente relacionadas.

Aunque en 15.00m de ancho existe la posibilidad de disponer 4 carriles completos, los carriles extremos generan esfuerzos pequeños al estar cercanos a la zona de apoyos, resultando pésima la combinación con 3 carriles de carga pesada y 1 carril extremo con carga de carril. La reducción en este caso es al 85%.

La carga vehicular por carril se define la carga pésima resultante de combinar un cuchillo de cargas de 9.1 kN/m en cada carril virtual (existen carriles virtuales cada 3.60m de ancho) y el caso pésimo entre un camión de diseño o un tándem de cargas de diseño. Supone una sobrecarga de 2.53 kPa que reducida al 85% supone 2.15 kPa .

El tándem de diseño está constituido por dos ejes de 110 kN separados 1.20m longitudinalmente al carril y cuyas ruedas suponen cargas separadas 1.80m. El área de contacto del neumático es de 510mm transversalmente al carril y de 250mm longitudinalmente. Esa área de contacto se distribuye en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan hasta el punto de ocuparse un rectángulo de $3.25 \times 3.60 \text{ m}$. Ello supone una carga de 18.80 kPa que reducida al 85% queda en 15.98 kPa .

El camión de diseño está constituido por 3 ejes de 35 kN / 145 kN / 145 kN separados 4.30m longitudinalmente (en el caso pésimo para una losa ortótropa transversal a los carriles). El área de

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

contacto distribuida en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan sólo entre cargas de un mismo eje hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 2.05x3.60m. Ello supone una carga de 19.65kPa que reducida al 85% queda en 16.70kPa.

La componente de carga dinámica IM para un elemento enterrado se estima de acuerdo a la sección 3.6.2.2 en porcentaje:

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot D_E) > 0\%$$

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1500) = 12.71\% > 0\%$$

Por lo que la carga completa consecuencia de la carga de camión distribuida, la carga vehicular por carril y sus componentes dinámicas quedaría:

$$q_{LL+IM}(central = 10.80m) = (16.70 + 2.15) \cdot 1.1271 = 21.25kPa$$

$$q_{LL+IM}(laterales) = (2.15) \cdot 1.1271 = 2.42kPa$$

El momento en el centro de la viga biapoyada de 15m se estima en 252.41kN*m/m en estas condiciones. La carga distribuida equivalente en flexión en esas condiciones es de 19.77kPa.

Losa Intermedia L-2

Losa intermedia de hormigón armado de 1.20m de canto para tráfico rodado entre PPKK 9+220 hasta 9+255 está sometida a las siguientes acciones:

- El peso propio de la estructura (DC). Se considera un peso específico del hormigón armado y pretensado aproximado de 25kN/m³.
- Empuje de tierras horizontal debido al apuntalamiento del sostenimiento (EH).
- Componente dinámica del tráfico (IM).
- Sobrecarga vehicular (LL): Se considera una carga vehicular de 25kN/m². Véase justificación al final del presente epígrafe.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

La carga de diseño vehicular (LL) y la componente dinámica de la carga vehicular (IM) aparecen tratadas conjuntamente en las combinaciones de acciones de la AASTHO ya que están intrínsecamente relacionadas.

En 7.20m de luz (zona pésima) la carga puede ser la máxima con 2 carriles completamente cargados.

La carga vehicular por carril se define la carga pésima resultante de combinar un cuchillo de cargas de 9.1kN/m en cada carril virtual (existen carriles virtuales cada 3.60m de ancho) y el caso pésimo entre un camión de diseño o un tándem de cargas de diseño. Supone una sobrecarga de 2.53kPa.

El tándem de diseño está constituido por dos ejes de 110kN separados 1.20m longitudinalmente al carril y cuyas ruedas suponen cargas separadas 1.80m. El área de contacto del neumático es de 510mm transversalmente al carril y de 250mm longitudinalmente. Esa área de contacto se distribuye en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 3.25x3.60m. Ello supone una carga de 18.80kPa.

El camión de diseño está constituido por 3 ejes de 35kN / 145kN / 145kN separados 4.30m longitudinalmente (en el caso pésimo para una losa ortótropa transversal a los carriles). El área de contacto distribuida en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan sólo entre cargas de un mismo eje hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 2.05x3.60m. Ello supone una carga de 19.65kPa.

La componente de carga dinámica IM para un elemento enterrado se estima de acuerdo a la sección 3.6.2.2 en porcentaje:

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot D_E) > 0\%$$

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1500) = 12.71\% > 0\%$$

Por lo que la carga completa consecuencia de la carga de camión distribuida, la carga vehicular por carril y sus componentes dinámicas quedaría:

$$q_{LL+IM} = (19.65 + 2.53) \cdot 1.1271 = 25kPa$$

Losa Intermedia L-3

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa intermedia de hormigón armado de 1.20m de canto para el acceso de tráfico rodado entre PPKK 9+255 hasta 9+377 está sometida a las siguientes acciones:

- El peso propio de la estructura (DC). Se considera un peso específico del hormigón armado y pretensado aproximado de 25kN/m^3 .
- Empuje de tierras horizontal debido al apuntalamiento del sostenimiento (EH).
- Componente dinámica del tráfico (IM).
- Sobrecarga vehicular (LL): Se considera una carga vehicular de 19.77kN/m^2 . Véase justificación al final del presente epígrafe.

La carga de diseño vehicular (LL) y la componente dinámica de la carga vehicular (IM) aparecen tratadas conjuntamente en las combinaciones de acciones de la AASTHO ya que están intrínsecamente relacionadas.

Aunque en 15.00m de ancho existe la posibilidad de disponer 4 carriles completos, los carriles extremos generan esfuerzos pequeños al estar cercanos a la zona de apoyos, resultando pésima la combinación con 3 carriles de carga pesada y 1 carril extremo con carga de carril. La reducción en este caso es al 85%.

La carga vehicular por carril se define la carga pésima resultante de combinar un cuchillo de cargas de 9.1kN/m en cada carril virtual (existen carriles virtuales cada 3.60m de ancho) y el caso pésimo entre un camión de diseño o un tándem de cargas de diseño. Supone una sobrecarga de 2.53kPa que reducida al 85% supone 2.15kPa .

El tándem de diseño está constituido por dos ejes de 110kN separados 1.20m longitudinalmente al carril y cuyas ruedas suponen cargas separadas 1.80m. El área de contacto del neumático es de 510mm transversalmente al carril y de 250mm longitudinalmente. Esa área de contacto se distribuye en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan hasta el punto de ocuparse un rectángulo de $3.25 \times 3.60\text{m}$. Ello supone una carga de 18.80kPa que reducida al 85% queda en 15.98kPa .

El camión de diseño está constituido por 3 ejes de 35kN / 145kN / 145kN separados 4.30m longitudinalmente (en el caso pésimo para una losa ortótropa transversal a los carriles). El área de

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

contacto distribuida en el terreno de acuerdo a la sección 3.6.1.2.6, para el caso de un espesor de 1.50m los efectos de la carga se solapan sólo entre cargas de un mismo eje hasta el punto de ocuparse un rectángulo de 2.05x3.60m. Ello supone una carga de 19.65kPa que reducida al 85% queda en 16.70kPa.

La componente de carga dinámica IM para un elemento enterrado se estima de acuerdo a la sección 3.6.2.2 en porcentaje:

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot D_E) > 0\%$$

$$IM = 33 \cdot (1 - 4.1 \cdot 10^{-4} \cdot 1500) = 12.71\% > 0\%$$

Por lo que la carga completa consecuencia de la carga de camión distribuida, la carga vehicular por carril y sus componentes dinámicas quedaría:

$$q_{LL+IM}(central = 10.80m) = (16.70 + 2.15) \cdot 1.1271 = 21.25kPa$$

$$q_{LL+IM}(laterales) = (2.15) \cdot 1.1271 = 2.42kPa$$

El momento en el centro de la viga biapoyada de 15m se estima en 252.41kN*m/m en estas condiciones. La carga distribuida equivalente en flexión en esas condiciones es de 19.77kPa.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losas de fondo

Para las losas de fondo se considerará su peso propio, la subpresión del agua y la carga de los vehículos del metro.

- Peso propio de la losa, DC-S1 = 25 kN/m²; DC-S2= 50 kN/m²; DC-S3= 37,5 kN/m²
- Subpresión del agua freática (WA). Se considera una subpresión por restitución del nivel freático para la sección pésima. Asimismo, se ha incrementado el nivel freático en 2m respecto de los datos registrados en el informe geotécnico.

Losa de fondo S1 (h= 1m)

- Excavación máxima = 20,00 m.
- Profundidad del nivel freático = 7 m.
- Subpresión del agua → WA = -150 kN/m².

Losa de fondo S2 (h= 2m)

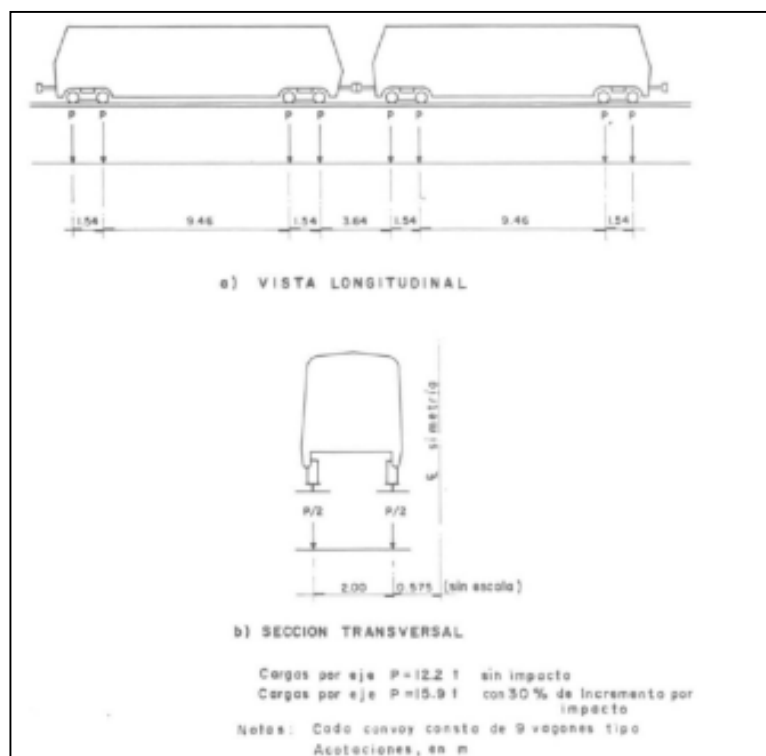
- Excavación máxima = 22,65 m (nivel 1); 24,85 m (nivel 2).
- Profundidad del nivel freático = 8,5 m.
- Subpresión del agua nivel 1 → WA = -166 kN/m².
- Subpresión del agua nivel 2 → WA = -188 kN/m².
-

Losa de fondo S3 (h= 1,5m)

- Excavación máxima = 25,45 m (nivel 1); 27,65 m (nivel 2).
- Profundidad del nivel freático = 12,70 m.
- Subpresión del agua nivel 1 → WA = -160 kN/m².
- Subpresión del agua nivel 1 → WA = -182 kN/m².

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Sobrecarga vehicular del tren (LL). Se considera las cargas de un tren tipo de 9 vagones con una carga por eje de 12,2 t., según el siguiente esquema:



Nivel de estampidores

Para los niveles de estampidores, se considerarán las reacciones obtenidas en los cálculos de las pantallas, que se justifican en el documento DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-00101.

Adicionalmente, para la fila de estampidores inferior se considera la futura cubrición de los mismos para condicionantes de ventilación.

- Carga muerta de la cubrición para ventilación (DW). Se considera una cubrición tipo de $\rightarrow$
 $DW = 5\text{ kN/m}^2$.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Sobrecarga de uso de mantenimiento (LS). Se considera una sobrecarga por mantenimiento sobre el forjado de $\rightarrow LS = 1 \text{ kN/m}^2$.

3.3. FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGAS

Se considerarán los factores de carga y las combinaciones de cargas indicados en el artículo 3.4. de la normativa AASHTO LRFD 2007 que sean de aplicación para el cálculo de losas:

- Estados límite de resistencia,
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL} + \text{PL})$
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL} + \text{PL})$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $0.90 \text{ DC} + 0.65 \text{ DW} + 0.90 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$
- Estado límite de servicio,
 - o SERVICIO I = $1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 \text{ EV} + 1.00 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.00 (\text{IM} + \text{LL} + \text{PL})$
 - o SERVICIO I = $1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 \text{ EV} + 1.00 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$

Siendo:

- DC = peso propio de la estructura.
- DW = carga muerta de pavimento.
- EV = carga muerta de relleno.
- EH = compresiones derivadas del empuje de tierras.
- EL = cargas y pérdidas de pretensado.
- LL = sobrecarga vehicular (Tren de cargas).

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- PL = carga viva peatonal
- IM = componente dinámica de la sobrecarga vehicular.
- WA = empuje del agua.

3.4. FACTORES DE RESISTENCIA

Se considerarán los factores de resistencia indicados en el artículo 5.5.4.2. de la normativa AASHTO LRFD 2007 que sean de aplicación para el cálculo de pantallas y losas de hormigón armado y pretensado:

- Para flexión y tracción del hormigón armado, $\Phi = 0,90$. ($\Phi = 0,75$ para rotura por compresión).
- Para flexión y tracción del hormigón pretensado, $\Phi = 1,00$. ($\Phi = 0,75$ para rotura por compresión).
- Para corte y torsión en hormigón de densidad normal, $\Phi = 0,90$.
- Para el estado de evento extremo, $\Phi = 1,00$. (Según artículo 11.8.6. de la AASTHO LRFD 2004)

Para las comprobaciones de elementos pretensados se considerarán los factores de resistencia indicados en el mismo

3.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Las características del hormigón y acero considerados son:

- Hormigón Clase A de resistencia característica $f'_c = 30$ MPa para elementos de hormigón armado.
 - Ambiente de exposición: Categoría y clase de exposición S1. (Según indicaciones de la norma ACI 318-08).
 - Cemento tipo: ASTM C150 II (Según indicaciones de la norma ACI 318-08).
 - Tamaño máximo del agregado: 20 mm.
 - Máxima relación agua/cemento: 0,45.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Cantidad mínima de cemento = 375 kg/m³.
- Módulo de elasticidad: $E = 4800\sqrt{f'_c} = 26290 \text{ MPa}$.
- Resistencia a la tracción: $f_r = 0,62\sqrt{f'_c} = 3,39 \text{ MPa}$.
- Hormigón Clase A de resistencia característica $f'_c = 40 \text{ MPa}$ para elementos de hormigón pretensado.
 - Ambiente de exposición: Categoría y clase de exposición C0. (Según indicaciones de la norma ACI 318-08).
 - Cemento tipo: ASTM C150 II (Según indicaciones de la norma ACI 318-08).
 - Tamaño máximo del agregado: 20 mm.
 - Máxima relación agua/cemento: 0,45.
 - Cantidad mínima de cemento = 375 kg/m³.
 - Módulo de elasticidad: $E = 4800\sqrt{f'_c} = 30358 \text{ MPa}$.
 - Resistencia a la tracción: $f_r = 0,62\sqrt{f'_c} = 3,92 \text{ MPa}$.
- Acero ASTM A706 grado 60 para refuerzo.
 - Tensión de fluencia, $f_y = 420 \text{ MPa}$.
 - Módulo de elasticidad: $E = 207\,000 \text{ MPa}$.
 - Recubrimiento mínimo: 40 mm
- Acero ASTM A421M de baja relajación de grado 270 para cordones de pretensado.
 - Tensión de fluencia, $f_y = 1674 \text{ MPa}$.
 - Tensión última, $f_{pu} = 1860 \text{ MPa}$
 - Tensión de pretensado $f_p = 1395 \text{ MPa}$
 - Módulo de elasticidad: $E = 197\,000 \text{ MPa}$.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Recubrimiento mínimo: 30 mm

3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS BARRAS DE REFUERZO

Se considerarán para el armado los siguientes tipos de barras, con el diámetro y área indicados en la siguiente tabla:

Imperial	Soft	Mass per unit length	Nominal Diameter	Nominal Area
Bar Size	Metric Size	(kg/m)	(mm)	(mm ²)
#3	d10	0,561	9,5	71
#4	d13	0,996	12,7	129
#5	d16	1,556	15,9	200
#6	d19	2,240	19,1	284
#7	d22	3,049	22,2	387
#8	d25	3,982	25,4	509
#9	d29	5,071	28,7	645
#10	d32	6,418	32,3	819
#11	d36	7,924	35,8	1006

Se considerarán las siguientes longitudes de anclaje y solape en función de la posición de las barras y de la forma de trabajo de las mismas, que cumplen con las limitaciones indicadas en la normativa AASHTO LRFD 2007:

#CALIBRE	Longitud Anclaje Básica (ldb) (cm)			Longitud Solape (ls) (cm)		
	Tracción		Compresión y Patillas	Tracción		Compresión
	Posición I	Posición II		Posición I	Posición II	
#3	25	35	20	45	60	30
#4	35	50	25	60	85	40
#5	40	60	30	70	105	50
#6	50	70	35	85	120	60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

#CALIBRE	Longitud Anclaje Básica (ldb) (cm)			Longitud Solape (ls) (cm)		
	Tracción		Compresión y Patillas	Tracción		Compresión
	Posición I	Posición II		Posición I	Posición II	
#7	60	85	45	105	145	70
#8	80	115	50	140	200	80
#9	100	140	55	170	240	90
#10	130	185	60	225	315	100
#11	155	220	70	265	375	110
Posición I = Barras Verticales y horizontales en capa inferior						
Posición II = Barras Horizontales en capa superior con > 30cm. de hormigón debajo						

En cuanto a los radios de doblado y las longitudes de las patillas de las barras se considerarán los siguientes valores, que cumplen con las limitaciones indicadas en la normativa AASHTO LRFD 2004:

#CALIBRE	Radio Doblado (cm)		Longitud Patillas (cm)	
	Arm. Long.	Estribos	Arm. Long. (90°)	Estribos (135°)
#3	3	1.9	11	7.5
#4	4	2.5	15	8
#5	5	3.2	19	10
#6	6	4.0	23	12
#7	7	-	27	13
#8	8	-	30	15
#9	11	-	34	-
#10	13	-	39	-
#11	14	-	43	-

Se considerarán para el pretensado los siguientes tipos de cordones (7 alambres trenzados), con el diámetro y área indicados en la siguiente tabla basada en la norma ASTM A 416/A 416 M:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Imperial	Soft	Nominal Area	Grade
Bar Size [inches]	Metric Size [mm]	[mm ²]	[ksi]
1/4	6.40	23.2	250
5/16	7.90	37.4	250
3/8	9.53	54.8	270
7/16	11.11	74.2	270
1/2	12.70	98.7	270
0.52	13.20	107.7	270
0.56	14.29	123.9	270
0.60	15.24	140.0	270
0.70	17.78	189.7	270

Se considerarán las siguientes longitudes de anclaje y solape en función de los diámetros de los cordones y de la forma de trabajo de los mismos, que cumplen con las limitaciones indicadas en la normativa AASHTO LRFD 2007:

Imperial	Soft	Nominal Area	Development Lengths	
Bar Size [inches]	Metric Size [mm]	[mm ²]	f_{pe} [mm]	f_{ps} [mm]
1/4	6.40	23.2	683	1322
5/16	7.90	37.4	843	1632
3/8	9.53	54.8	1017	1968
7/16	11.11	74.2	1185	2294
1/2	12.70	98.7	1355	2623
0.52	13.20	107.7	1409	2726
0.56	14.29	123.9	1517	2936
0.60	15.24	140.0	1626	3145
0.70	17.78	189.7	1897	3670

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

4.1. UBICACIÓN DE LA TRINCHERA

Pág. 27 de 198

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN****DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN**

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS LOSAS Y NIVELES DE ARRIOSTRAMIENTO

Las pantallas de la trinchera disponen de diferentes posibles niveles de arriostramiento:

- Losa de cubierta.
- Losa de acceso rodado
- Losa de acceso peatonal, en último tramo
- Nivel de estampidores definitivos.
- Nivel de anclajes
- Niveles de puntales provisionales.
- Losa de fondo

Debida a la cierta complejidad del tramo en trinchera se localizan diferentes elementos estructurales que son objeto de desarrollo en el presente documento:

- **Cubierta C1:** Cubierta de hormigón armado de 1.00m de canto entre PPKK 8+700 hasta 9+220.
- **Solera S1:** Losa Inferior de hormigón armado de 1.00m de canto: Losa inferior de hormigón armado de 1.00m de canto entre el PPKK 8+700 hasta 9+220.
- **Cubierta C2:** Cubierta de hormigón pretensado: Cubierta de hormigón pretensado de 1.80m de canto y 0.30m de capa compresora entre PPKK 9+220 hasta 9+255.
- **Losa Intermedia L-2:** Losa intermedia de hormigón armado de 1.50m de canto para el acceso de tráfico rodado entre PPKK 9+220 hasta 9+255.
- **Solera S2:** Losa inferior compatible para paso de la tuneladora de 2.00m de canto entre PPKK 9+220 hasta 9+255.
- **Cubierta C3:** Cubierta de hormigón armado de 1.50m de canto entre PPKK 9+255 hasta 9+380.
- **Losa Intermedia L-3:** Losa intermedia de hormigón armado de 1.50m de canto para el acceso de tráfico rodado entre PPKK 9+255 hasta 9+380.
- **Solera S3:** Losa inferior compatible para paso de tuneladora de 1.50m de canto entre PPKK 9+255 hasta 9+380.
- **Puntales P:** Puntales provisionales entre PPKK 8+700 y 9+220 y entre PPKK 9+255 y 9+380.

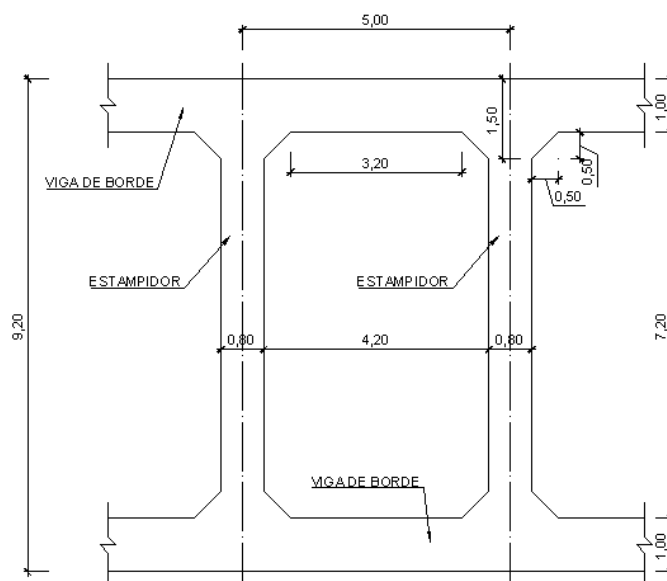
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- **Cubierta C4:** Cubierta de hormigón armado de 1.50m de canto entre PPKK 9+217 hasta 9+224.

Los niveles de estampidores se resuelven mediante una serie de puntales de hormigón de 80x80 cm separados 5 m. en planta y con una viga lateral de reparto de 100x80 cm. El acabado interior de los estampidores será achaflanado con un chaflán de 50 cm.

El esquema tipo siguiente:

en planta es el



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS LOSAS DE CUBIERTA

Las losas de cubierta tienen diferentes luces por tramos alcanzándose soluciones de hormigón pretensado para luces entre 15m y 26m, optándose por losas de 1.50m para luces en el entorno de los 15m y por losas de 1.00m para luces menores de 10m.

El máximo relleno considerado es de 1.50m + 0.30m de paquete de firme.

Las sobrecargas de tráfico se han asimilado a cargas distribuidas por equivalencia de momentos de manera que las luces menores resultan con mayores sobrecargas.

5.1. CARGAS CONSIDERADAS

De acuerdo a los apartados anteriores en los que se han identificado cargas y combinaciones se desarrolla a continuación la carga de diseño en ELU y ELS de las diferentes losas.

Losa C1 de 1.00m de canto.

- Estados límite de resistencia,
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $0.90 \text{ DC} + 0.65 \text{ DW} + 0.90 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$
 - o $q(\text{STRENGTH } 1) = 1.25 \cdot 25 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 30 + 1.75 \cdot 23.14 = 122.60 \text{ kPa}$
 - o $q(\text{STRENGTH } 4) = 1.50 \cdot 25 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 30 = 88.35 \text{ kPa}$
 - o $N_{\max} = 1.50 \cdot N_{\text{MAX DEF RIDO}} = 1.50 \cdot 224.55 = 336.83 \text{ kN/m}$
 - o $N_{\min} = \min(0.90 \cdot N_{\text{MIN DEF RIDO}}; 1.50 \cdot N_{\text{MIN DEF RIDO}}) = -144.66 \text{ kN/m}$
- Estados límite de servicio,

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- o $SERVICIO I = 1.00 DC + 1.00 DW + 1.00 EV + 1.00 EH + 1.00 EL + 1.00 (IM + LL)$
- o $SERVICIO I = 1.00 DC + 1.00 DW + 1.00 EV + 1.00 EH + 1.00 WA$
- o $q(SERVICE\ 1) = 1.00 \cdot 25 + 1.00 \cdot 6.90 + 1.00 \cdot 30 + 1.00 \cdot 23.14 = 85.04 kPa$
- o $N_{max} = 1.00 \cdot N_{MAX\ DEF\ RIDO} = 1.00 \cdot 224.55 = 224.55 kN/m$
- o $N_{min} = 1.00 \cdot N_{MIN\ DEF\ RIDO} = -96.44 kN/m$

Losa C2 ortótropa y pretensada de 1.60+0.30m de canto.

- Estados límite de resistencia,
 - o $RESISTENCIA\ 1: 1.25 DC + 1.50 DW + 1.35 EV + 1.50 EH + 1.00 EL + 1.75 (IM + LL)$
 - o $RESISTENCIA\ 1: 1.25 DC + 1.50 DW + 1.35 EV + 0.90 EH + 1.00 EL + 1.75 (IM + LL)$
 - o $RESISTENCIA\ 4: 1.50 DC + 1.50 DW + 1.35 EV + 1.50 EH + 1.00 EL$
 - o $RESISTENCIA\ 4: 1.50 DC + 1.50 DW + 1.35 EV + 0.90 EH + 1.00 EL$
 - o $RESISTENCIA\ 4: 0.90 DC + 0.65 DW + 0.90 EV + 0.90 EH + 1.00 WA$
 - o $q(STR\ 1\ L = 26) = 1.25 \cdot 22.19 + 1.50 \cdot 8.63 + 1.35 \cdot 24.8 + 1.75 \cdot 20.15 = 109.73 kN/m$
 - o $q(STR\ 1\ L = 22) = 1.25 \cdot 27.88 + 1.50 \cdot 13.9 + 1.35 \cdot 40 + 1.75 \cdot 32.5 = 166.89 kN/m$
 - o $q(STR\ 1\ L \geq 20) = 1.25 \cdot 31.64 + 1.50 \cdot 17.25 + 1.35 \cdot 50 + 1.75 \cdot 42.13 = 206.95 kN/m$
 - o $q(STR\ 4\ L = 26) = 1.50 \cdot 22.19 + (1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 20) \cdot 1.24 = 79.60 kN/m$
 - o $q(STR\ 4\ L = 22) = 1.50 \cdot 27.88 + (1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 20) \cdot 2.00 = 116.52 kN/m$
 - o $q(STR\ 4\ L = 20) = 1.50 \cdot 31.64 + (1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 20) \cdot 2.50 = 140.83 kN/m$
 - o $N_{max} = 1.50 \cdot N_{MAX\ DEF\ RIDO} = 1.50 \cdot 85.38 = 128 kN/m$
 - o $N_{min} = \min(0.90 \cdot N_{MIN\ DEF\ RIDO}; 1.50 \cdot N_{MIN\ DEF\ RIDO}) = 35 kN/m$

Losa C3 de 1.50m de canto.

- Estados límite de resistencia,

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN**

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
- o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
- o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
- o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
- o RESISTENCIA 4: $0.90 \text{ DC} + 0.65 \text{ DW} + 0.90 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$
- o $q(\text{STRENGTH } 1) = 1.25 \cdot 37.5 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 30 + 1.75 \cdot 19.77 = 132.32 \text{ kPa}$
- o $q(\text{STRENGTH } 4) = 1.50 \cdot 37.5 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 30 = 107.10 \text{ kPa}$
- o $N_{\max} = 1.50 \cdot N_{\text{MAX RIDO}} = 1.50 \cdot 66.57 = 99.86 \text{ kN/m}$
- o $N_{\min} = \min(0.90 \cdot N_{\text{MIN RIDO}}; 1.50 \cdot N_{\text{MIN DEF RIDO}}) = -155.90 \text{ kN/m}$
- Estados límite de servicio,
 - o SERVICIO I = $1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 \text{ EV} + 1.00 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.00 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o SERVICIO I = $1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 \text{ EV} + 1.00 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$
 - o $q(\text{SERVICE } 1) = 1.00 \cdot 37.5 + 1.00 \cdot 6.90 + 1.00 \cdot 30 + 1.00 \cdot 19.77 = 94.17 \text{ kPa}$
 - o $N_{\max} = 1.00 \cdot N_{\text{MAX RIDO}} = 1.00 \cdot 66.57 = 66.57 \text{ kN/m}$
 - o $N_{\min} = 1.00 \cdot N_{\text{MIN RIDO}} = -103.93 \text{ kN/m}$

Losa C4 de 1.50m de canto.

- Estados límite de resistencia,
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $0.90 \text{ DC} + 0.65 \text{ DW} + 0.90 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- o $q(STRENGTH\ 1) = 1.25 \cdot 37.5 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 20 + 1.75 \cdot 19.77 = 118.82kPa$
- o $q(STRENGTH\ 4) = 1.50 \cdot 37.5 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 20 = 93.6kPa$
- o $N_{max} = 1.50 \cdot N_{MAX\ RIDO} = 1.50 \cdot 66.57 = 99.86kN/m$
- o $N_{min} = \min(0.90 \cdot N_{MIN\ RIDO}; 1.50 \cdot N_{MIN\ DEF\ RIDO}) = -155.90kN/m$
- Estados límite de servicio,
 - o $SERVICIO\ I = 1.00\ DC + 1.00\ DW + 1.00\ EV + 1.00\ EH + 1.00\ EL + 1.00\ (IM + LL)$
 - o $SERVICIO\ I = 1.00\ DC + 1.00\ DW + 1.00\ EV + 1.00\ EH + 1.00\ WA$
 - o $q(SERVICE\ 1) = 1.00 \cdot 37.5 + 1.00 \cdot 6.90 + 1.00 \cdot 20 + 1.00 \cdot 19.77 = 84.17kPa$
 - o $N_{max} = 1.00 \cdot N_{MAX\ RIDO} = 1.00 \cdot 66.57 = 66.57kN/m$
 - o $N_{min} = 1.00 \cdot N_{MIN\ RIDO} = -103.93kN/m$

5.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO

Losa C1 de 1.00m de canto.

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz:

$$M_d^{CL} = \frac{122.60 \cdot 10.55^2}{8} = 1705\ kNm/m$$

- Cortante de cálculo en apoyo:

$$V_d^A = \frac{122.6 \cdot 10.55}{2} = 647\ kN/m$$

- Momento de servicio en centro luz: (Se toma ancho estricto entre pantallas de 9,55 m.)

$$M_k^{CL} = \frac{85.04 \cdot 9.55^2}{8} = 969\ kNm/m$$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C2 ortótropa y pretensada de 1.60+0.30m de canto.

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz L=26.00:

$$M_d^{CL} = \frac{109.73 \cdot 26^2}{8} = 9272 \text{ kNm}$$

- Momento de cálculo en centro luz L=22.00:

$$M_d^{CL} = \frac{166.89 \cdot 22^2}{8} = 10097 \text{ kNm}$$

- Momento de cálculo en centro luz L=20.00:

$$M_d^{CL} = \frac{206.95 \cdot 20^2}{8} = 10348 \text{ kNm}$$

- Cortante de cálculo en apoyo L=26.00:

$$V_d^A = \frac{109.73 \cdot 26}{2} = 1426 \text{ kN}$$

- Cortante de cálculo en apoyo L=22.00:

$$V_d^A = \frac{166.89 \cdot 22}{2} = 1836 \text{ kN}$$

- Cortante de cálculo en apoyo L=20.00:

$$V_d^A = \frac{206.95 \cdot 20}{2} = 2070 \text{ kN}$$

Losa C3 de 1.50m de canto.

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz:

$$M_d^{CL} = \frac{132.32 \cdot 16^2}{8} = 4234 \text{ kNm/m}$$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Cortante de cálculo en apoyo:

$$V_d^A = \frac{132.32 \cdot 16}{2} = 1059 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en centro luz (se toma ancho estricto de 15.00m de luz):

$$M_k^{CL} = \frac{94.17 \cdot 15^2}{8} = 2648 \text{ kNm/m}$$

Losa C4 de 1.50m de canto.

La losa C4 tiene luces variables siendo la luz principal 16.00m y la segunda luz en vano continuo variable entre 11.00m y 14.00m. A continuación se recogen los valores de momentos más elevados obtenidos en centro luz del vano principal (situación crítica con vanos 16+11), en zona de continuidad (situación crítica con vanos de 16+14) y en centro luz del vano secundario (situación crítica con vanos de 16+14).

Asimismo, los cortantes críticos se han obtenido de igual forma para las situaciones críticas siendo el cortante exterior del vano principal comprobado con vanos de 16+11, el cortante interior del vano principal comprobado con vanos de 16+14 y los esfuerzos cortantes interior y exterior del vano secundario con hipótesis de 16+14.

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz del vano principal:

$$M_d^{CL} = 19.91 \cdot 118.82 = 2366 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en apoyo continuo:

$$M_d^{CL} = 29 \cdot 118.19 = 3446 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en centro luz del vano secundario:

$$M_d^{CL} = 12.15 \cdot 118.82 = 1444 \text{ kNm/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo exterior del vano principal:

$$V_d^A = 118.82 \cdot 6.31 = 749.8 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo interior del vano principal:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

$$V_d^A = 118.82 \cdot 9.75 = 1158.5 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo interior del vano secundario:

$$V_d^A = 118.82 \cdot 9.07 = 1078 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo exterior del vano secundario:

$$V_d^A = 118.82 \cdot 4.93 = 586 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en centro luz del vano principal:

$$M_k^{CL} = 19.91 \cdot 84.17 = 1676 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio sobre apoyo intermedio:

$$M_k^{CL} = 29 \cdot 84.17 - 2.35 \cdot 84.17 = 2243 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio en centro luz del vano secundario:

$$M_k^{CL} = 12.15 \cdot 84.17 = 1023 \text{ kNm/m}$$

5.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN

Losa C1 de 1.00m de canto.

Para el momento de cálculo en centro luz se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE CUBIERTA			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = 0.00	
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 1705.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{1,mec} (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82	
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 950		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL ITERACIÓN	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 1705.00	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c = 0.003		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 108	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η = 0.850		98	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ = 0.836		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Compresión en cara superior, C (kN) = 2307.54	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t = 0.004		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -2307.54	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 200 000		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 54.94	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) = 407		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 0.00	
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) = 6766.57		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) = 356		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) = 31.67	
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) = 559		Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) = 31.67	
		Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) = 18.00	
		Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) = 54.94	
		Armado a compresión necesario, A _s ' (cm ²) = 0.00	

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #10/0,15 (54,6 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior se propone un armado mínimo:

- Armado mínimo mecánico = 31,67 cm²/m > 0,3·A_{s,calc} = 0,3·54,6 = 16,38 cm²/m → #8/0,15 (34 cm²/m)

Para los armados longitudinales se propone un armado mínimo pero por condicionantes de retracción y temperatura:

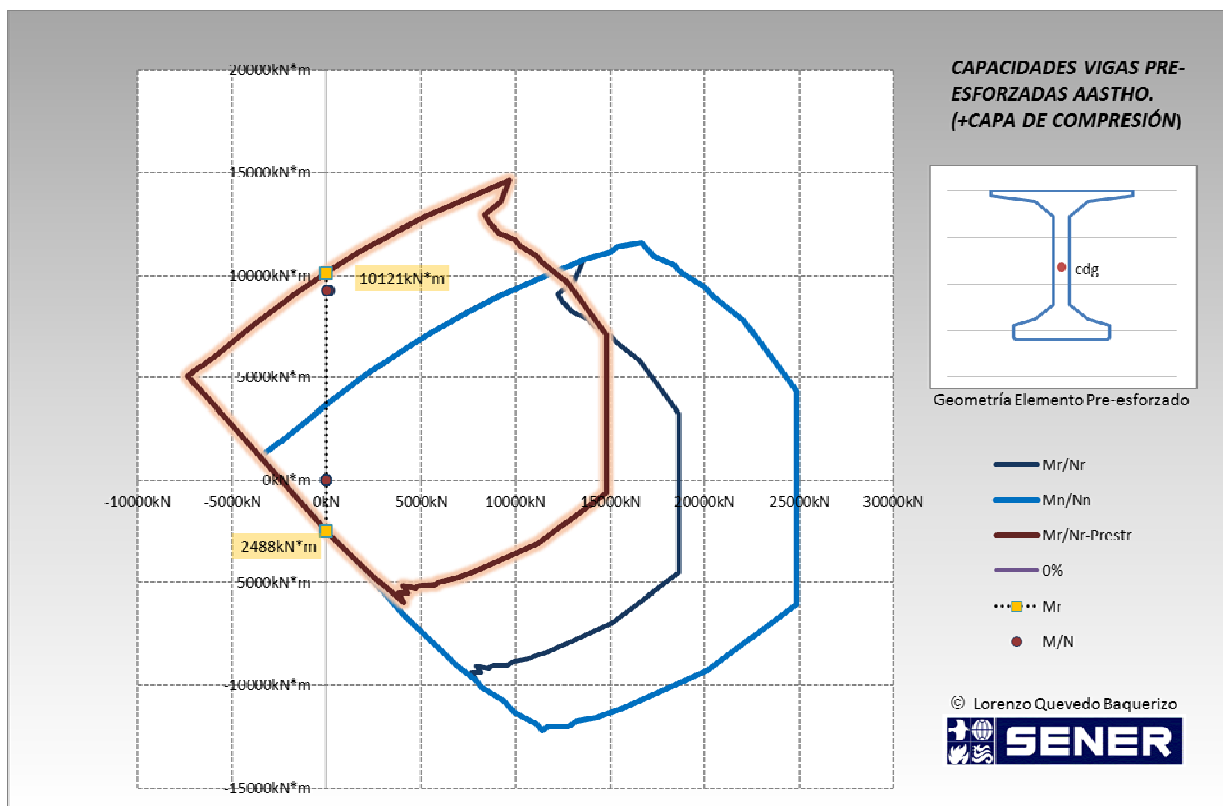
- Armado mínimo geométrico = 18 cm²/m → #6/0,15 (18,9 cm²/m)

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=26

Las vigas de 1.60m de canto se espacian 1.24m.

Con la siguiente solución de vigas y pretensado (22 cables de 7 alambres de 0.60''):

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=22

Las vigas de 1.80m de canto se espacian 2.00m.

Con la siguiente solución de vigas y pretensado (22 cables de 7 alambres de 0.60") y con un refuerzo de 4#9 en el extremo inferior:

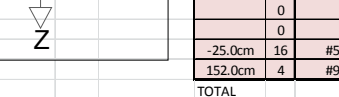
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

GEOMETRÍA VIGAS POR PUNTOS

Y	Z
-62.0cm	0.0cm
62.0cm	0.0cm
62.0cm	6.0cm
23.0cm	12.2cm
7.0cm	28.2cm
7.0cm	122.0cm
23.0cm	138.0cm
42.0cm	145.0cm
42.0cm	158.0cm
40.0cm	160.0cm
-40.0cm	160.0cm
-42.0cm	158.0cm
-42.0cm	145.0cm
-23.0cm	138.0cm
-7.0cm	122.0cm
-7.0cm	28.2cm
-23.0cm	12.2cm
-62.0cm	6.0cm
-62.0cm	0.0cm



GEOMETRÍA VIGA



CORDONES PRETENSADO Y ARMADURAS

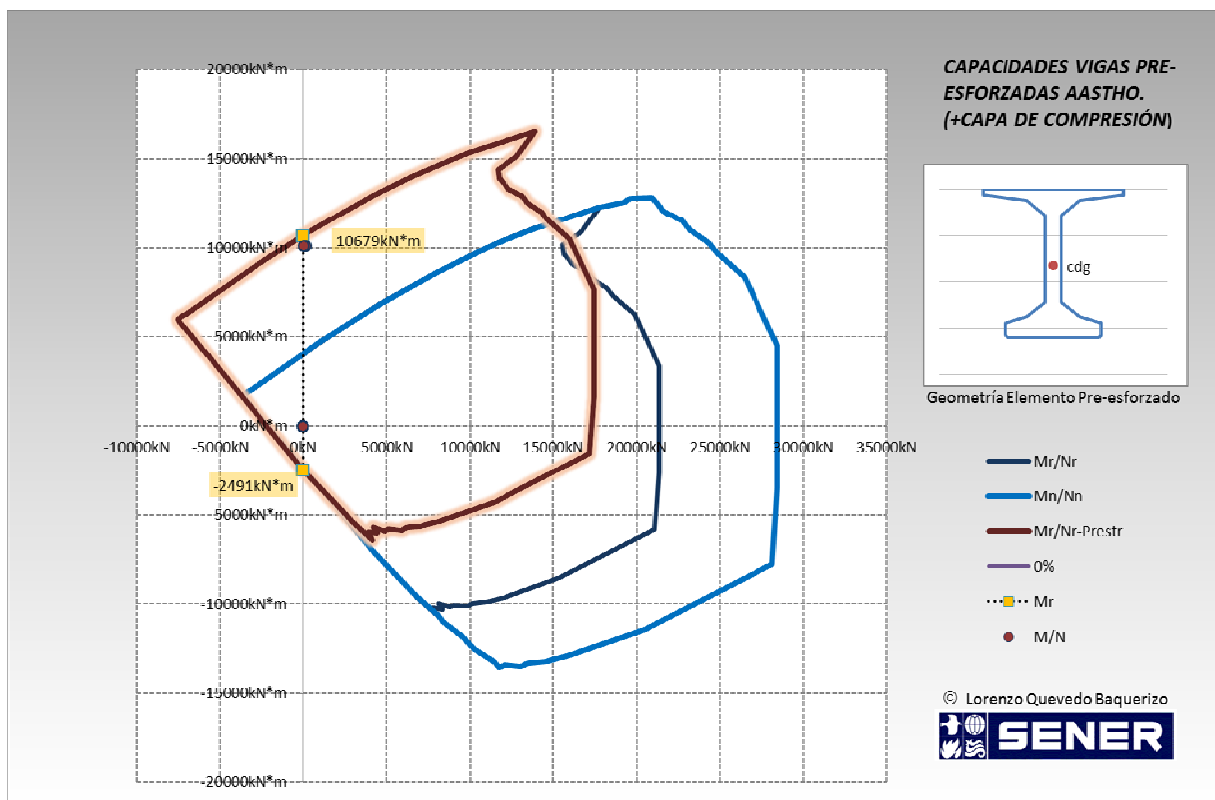
Z	N	φ	Area	fpy	fpu	fpa	Fi	Δf _{st}	Lmanguera 1	Lmanguera 2
141.0cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	72kN	0.00m	0.00m
146.5cm	6	7 cables 0.6	840.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	1172kN	108kN	0.00m	0.00m
152.0cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	72kN	0.00m	0.00m
146.5cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	72kN	5.00m	5.00m
152.0cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	72kN	3.00m	3.00m
			0.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	0kN	0kN	0.00m	0.00m
	0		0.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	0kN	0kN	0.00m	0.00m
	0		0.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	0kN	0kN	0.00m	0.00m
-25.0cm	16	#5/8	3184.0mm ²	420MPa	N/A	0MPa	0kN	0kN	N/A	N/A
152.0cm	4	#9/8	2580.0mm ²	420MPa	N/A	0MPa	0kN	0kN	N/A	N/A
TOTAL			574.3cm ²				4297kN	395kN		
			485.5cm ²							

OTROS DATOS

MATERIALES	Fck	E	Humedad	β ₁	ψ (CC)
HORMIGÓN VIGA	40MPa	30358MPa	75%	0.76	1.16
HORMIGÓN VIGA INICIO	30MPa	26291MPa	Δf _{st}	0.84	ψ (CP)
HORMIGÓN CC	30MPa	26291MPa	17MPa	0.84	0.98
ESPESOR CC	0.30m	GEOMETRIA	Δh	LONG MACIZADA	Q(VIGA)
ESPESOR PRELOSA	0.08m		0.95	2.00m	7.58KPa
ANCHO	2.00m		Δh _{st}	ψ (VIGA)	Q(CC)
LUZ	22.00m		0.95	1.37	8.05KPa
VOLADIZO IZQ	0.00m		Δf _{st} -T	V/S = 90mm	Q(CP)
VOLADIZO DER	0.00m		128MPa	ks = 1.00	26.69KPa
VIGAS	1	GEOMETRIA	Agresividad	khc = 0.96	Transf = 7días
Ep	197000MPa		Moderada o inferior	kf = 0.95	CC = 28días
Er	200000MPa		Low Relaxation	ktd = 1.00	CP = 112días

parejas de momento / axil que se han obtenido del cálculo de esfuerzos):

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=20

Las vigas de 1.80m de canto se espacian 2.50m.

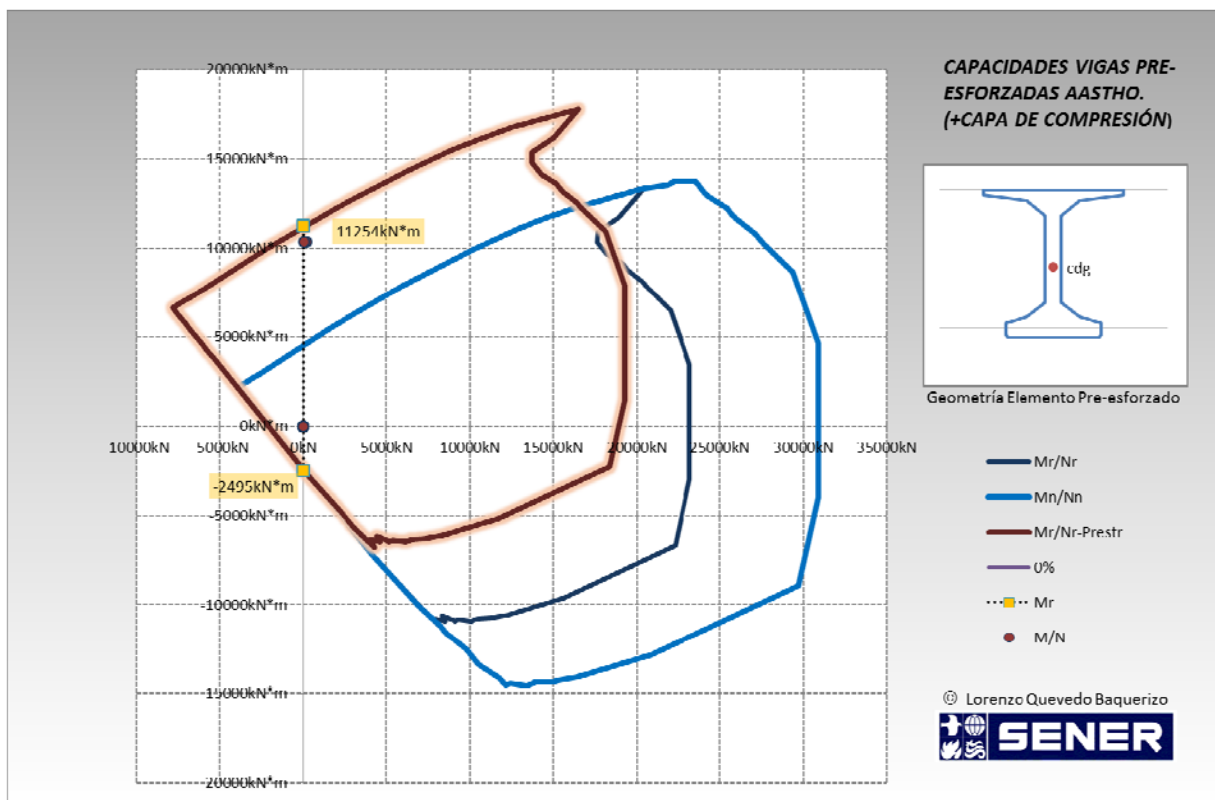
Con la siguiente solución de vigas y pretensado (22 cables de 7 alambres de 0.60") y con un refuerzo de 4#10 en el extremo inferior:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

GEOMETRÍA VIGAS		CORDONES PRETENSADO Y ARMADURAS											
POR PUNTOS													
Y	Z	Z	N	φ	Area	fpy	fpu	fp	Fi	ΔF _{RT}	Lmanguera 1	Lmanguera 2	
-62.0cm	0.0cm	141.0cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	70kN	0.00m	0.00m	
62.0cm	0.0cm	146.5cm	6	7 cables 0.6	840.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	1172kN	105kN	0.00m	0.00m	
62.0cm	0.0cm	152.0cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	70kN	0.00m	0.00m	
23.0cm	12.2cm	146.5cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	70kN	5.00m	5.00m	
7.0cm	28.2cm	152.0cm	4	7 cables 0.6	560.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	781kN	70kN	3.00m	3.00m	
7.0cm	122.0cm				0.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	0kN	0kN	0.00m	0.00m	
23.0cm	138.0cm		0		0.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	0kN	0kN	0.00m	0.00m	
42.0cm	145.0cm		0		0.0mm ²	1674MPa	1860MPa	1395MPa	0kN	0kN	0.00m	0.00m	
42.0cm	158.0cm		-25.0cm	16	#5/8	3184.0mm ²	420MPa	N/A	0MPa	0kN	N/A	N/A	
40.0cm	160.0cm		152.0cm	4	#10/8	3276.0mm ²	420MPa	N/A	0MPa	0kN	N/A	N/A	
-40.0cm	160.0cm		TOTAL		619.4cm ²				4297kN	384kN			
-42.0cm	158.0cm				523.7cm ²								
-42.0cm	145.0cm		OTROS DATOS										
-23.0cm	138.0cm		MATERIALES		Fck	E	Humedad		β ₁	ψ (CC)			
-7.0cm	122.0cm		HORMIGÓN VIGA		40MPa	30358MPa	75%		0.76	1.16			
-7.0cm	28.2cm		HORMIGÓN VIGA INICIO		30MPa	26291MPa	Δf _{RT}		0.84	ψ (CP)			
-23.0cm	12.2cm		HORMIGÓN CC		30MPa	26291MPa	17MPa		0.84	0.98			
-62.0cm	6.0cm		ESPESOR CC		0.30m		I _b		LONG MACIZADA	Q(VIGA)			
-62.0cm	0.0cm		ANCHO		0.08m		0.95		2.00m	7.58KPa			
			LUZ		2.50m		I _{bst}		ψ (VIGA)	Q(CC)			
			VOLADIZO IZQ		20.00m		0.95		1.37	10.07KPa			
			VOLADIZO DER		0.00m		Δf _{RT}		V/S = 90mm	Q(CP)			
			VIGAS		1		125MPa		ks = 1.00	45.76KPa			
			Ep		197000MPa		Agresividad		khc = 0.96	Transf = 7días			
			Er		200000MPa		Moderada o inferior		kf = 0.95	CC = 28días			
							Low Relaxation		ktd = 1.00	CP = 112días			

El diagrama de capacidad momento-axil con los coeficientes de la AASTHO (pueden observarse las parejas de momento / axil que se han obtenido del cálculo de esfuerzos):

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Losa C3 de 1.50m de canto.

Para el momento de cálculo en centro luz se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08				
LOSA DE CUBIERTA C1				
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO		
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.		
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	-155.90	
Altura de la sección, h (mm) =	1 500	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	4234.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82	0.90
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN		
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 450	3.1. Comprobación límites dimensionamiento		
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	4124.87	4124.87
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	172	155
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en las sección.		
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	3664.99	3308.87
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-3820.89	-3464.77
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.		
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Armadura tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	90.97	82.49
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t =	0.004	Armadura compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00	0.00
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.		
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armadura mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	48.33	48.33
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) =	621	Armadura mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	48.33	48.33
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) =	15763.67	Armadura mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	27.00	27.00
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	544	Armadura a tracción necesario, A _s (cm ²) =	90.97	82.49
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	853	Armadura a compresión necesario, A' _s (cm ²) =	0.00	0.00

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de 1#11/0,15 (67,1 cm²/m) + 1#9/0,30 (21.50 cm²/m).

En cuanto al armado transversal superior se propone un armado mínimo:

- Armado mínimo mecánico = 48,33 cm²/m > 0,3·A_{s,calc} = 0,3·86,0 = 25,8 cm²/m → #10/0,15 (54.60cm²/m)

Para los armados longitudinales se propone un armado mínimo pero por condicionantes de retracción y temperatura:

- Armado mínimo geométrico = 27 cm²/m → #8/0,15 (34 cm²/m)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C4 de 1.50m de canto.

Para el momento de cálculo en centro luz del vano principal se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = -96.44	
Altura de la sección, h (mm) = 1 500		Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 2366.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82	
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 450		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 2298.49	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 94	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c = 0.003		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η ₁ = 0.850		Compresión en cara superior, C (kN) = 1994.83	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ = 0.836		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -2091.27	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t = 0.004		Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 49.79	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 200 000		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 0.00	
1.3. Límites de dimensionamiento.		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) = 621		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) = 48.33	
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) = 15763.67		Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) = 48.33	
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) = 544		Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) = 27.00	
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) = 853		Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) = 49.79	
		Armado a compresión necesario, A _s ' (cm ²) = 0.00	

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #11/0,15 (67,1 cm²/m).

Para el momento de cálculo en apoyo central se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA - C4 H=1.5 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	-96.44
Altura de la sección, h (mm) =	1 500	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	3446.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 450	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	3378.49
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	139
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Compresión en cara superior, C (kN) =	2972.54
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-3068.98
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t =	0.004	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	73.07
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00
1.3. Límites de dimensionamiento.		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) =	621	Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	48.33
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) =	15763.67	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	48.33
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	544	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	27.00
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	853	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	73.07
		Armado a compresión necesario, A _s ' (cm ²) =	0.00

Así, para el armado transversal superior se propone un armado de #11/0,15 (67,1 cm²/m) y una segunda capa con #8/0,15 (34 cm²/m).

Para el momento de cálculo en centro vano del vano secundario se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA - C4 H=1.5 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	-96.44
Altura de la sección, h (mm) =	1 500	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	1444.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 450	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	1376.49
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	55
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Compresión en cara superior, C (kN) =	1181.28
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-1277.72
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t =	0.004	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	30.42
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00
1.3. Límites de dimensionamiento.		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) =	621	Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	48.33
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) =	15763.67	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	40.46
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	544	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	27.00
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	853	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	40.46
		Armado a compresión necesario, A _s ' (cm ²) =	0.00

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #9/0,15 (43 cm²/m).

En cuanto a los armados transversal secundarios se propone un armado mínimo:

- Armado mínimo mecánico = 31,67 cm²/m > 0,3·A_{s,calc} = 0,3·54,6 = 16,38 cm²/m → #8/0,15 (34 cm²/m)

Para los armados longitudinales se propone un armado mínimo pero por condicionantes de retracción y temperatura:

- Armado mínimo geométrico = 27 cm²/m → #8/0,15 (33,8 cm²/m)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

5.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE

Losa C1 de 1.00m de canto.

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante es:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE CUBIERTA C1	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 950 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 6.3158 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{az}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 647.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 884.57 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 934.54 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente V_u*d/μ_u = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1508.98 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 884.57 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 48

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=26

A la losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora para una luz máxima de 26.00m se le han realizado siguientes verificaciones:

- Cortante en la zona de viga macizada (2.00m).
- Cortante en la zona de viga doble T.
- Rasante entre viga macizada y la capa compresora.
- Rasante entre la viga doble T y la capa compresora.

CORTANTE MACIZADO	$A_{v \min}$	157mm ²	$q_{u \text{ Str } 1}$	105kN/m	V_r
	b_v	84cm	$M_{u \text{ Str } 1}$	0kN*m	2417kN
	s	15cm	v_u	1.33MPa	$\beta = 2.23$
	$s_{\min}$	60cm	d_v	137cm	$\theta = 36^\circ$
	$V_{u \text{ Strength } 1}$	1376kN	V_n	2686kN	$\epsilon_x = 0.0010$
	A_v	258mm ²	2#	4/8"	$v_u/f'c = 0.03$

CORTANTE VIGA	$A_{v \min}$	26mm ²	$q_{u \text{ Str } 1}$	105kN/m	V_r
	b_v	14cm	$M_{u \text{ Str } 1}$	2541kN*m	1356kN
	s	15cm	v_u	6.76MPa	$\beta = 2.08$
	$s_{\max}$	30cm	d_v	137cm	$\theta = 37^\circ$
	$V_{u \text{ Strength } 1}$	1166kN	V_n	1506kN	$\epsilon_x = 0.0010$
	A_v	258mm ²	2#	4/8"	$v_u/f'c = 0.17$

RASANTE EN MACIZADO		
Las armaduras de cortante SI son pasantes		
v_{ui}	3.44MPa	2#
v_{ri}	3.72MPa	4/8"
c	0.52MPa	$A_v [\text{mm}^2/\text{m}^2]$
μ	0.6	14333
K_1	0.2	6.00MPa
K_2	5.50MPa	s = 15cm
Zona armada		24cm

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

RASANTE EN VIGA		
Las armaduras de cortante SI son pasantes		
v_{ui}	2.91MPa	2#
v_{ri}	3.72MPa	4/8"
c	0.52MPa	A_v [mm ² /m ²]
μ	0.6	14333
K_1	0.2	6.00MPa
K_2	5.50MPa	$s = 15$ cm
Zona armada		24cm

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=22

A la losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora para una luz máxima de 22.00m se le han realizado siguientes verificaciones:

- Cortante en la zona de viga macizada (2.00m).
- Cortante en la zona de viga doble T.
- Rasante entre viga macizada y la capa compresora.
- Rasante entre la viga doble T y la capa compresora.

Dada la mayor influencia del cortante se han subido los cercos a #5 con respecto a la solución para luz de 26.00m:

CORTANTE MACIZADO	$A_{v \min}$	157mm ²	$q_{u \text{ Str } 1}$	159kN/m	V_r
	b_v	84cm	$M_{u \text{ Str } 1}$	0kN*m	3072kN
	s	15cm	v_u	1.69MPa	$\beta = 2.23$
	$s_{\min}$	60cm	d_v	137cm	$\theta = 36^\circ$
	$V_{u \text{ Strength } 1}$	1752kN	V_n	3413kN	$\epsilon_x = 0.0010$
	A_v	398mm ²	2#	5/8"	$v_u/f'c = 0.04$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

CORTANTE VIGA	Av min	26mm ²	qu Str 1	159kN/m	Vr
	bv	14cm	Mu Str 1	3186kN*m	1724kN
	s	15cm	vu	8.32MPa	$\beta = 2.08$
	Smax	30cm	dv	137cm	$\theta = 37^\circ$
	Vu Strength 1	1434kN	Vn	1915kN	$\epsilon_x = 0.0010$
	Av	398mm ²	2#	5/8"	$vu/f'c = 0.21$

RASANTE EN MACIZADO		
Las armaduras de cortante si son pasantes		
Vui	4.38MPa	2#
Vri	4.60MPa	4/8"
c	0.52MPa	Av [mm ² /m ²]
μ	0.6	18222
K1	0.2	6.00MPa
K2	5.50MPa	s = 15cm
Zona armada		24cm

RASANTE EN VIGA		
Las armaduras de cortante si son pasantes		
Vui	3.58MPa	2#
Vri	4.60MPa	4/8"
c	0.52MPa	Av [mm ² /m ²]
μ	0.6	18222
K1	0.2	6.00MPa
K2	5.50MPa	s = 15cm
Zona armada		24cm

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=20

A la losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora para una luz máxima de 20.00m se le han realizado siguientes verificaciones:

- Cortante en la zona de viga macizada (2.00m).
- Cortante en la zona de viga doble T.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Rasante entre viga macizada y la capa compresora.
- Rasante entre la viga doble T y la capa compresora.

Dada la mayor influencia del cortante se han subido los cercos a #5 con respecto a la solución para luz de 26.00m:

CORTANTE MACIZADO	$A_{v\ min}$	157mm ²	$q_{u\ Str\ 1}$	198kN/m	V_r
	b_v	84cm	$M_{u\ Str\ 1}$	0kN*m	3072kN
	s	15cm	v_u	1.91MPa	$\beta = 2.23$
	s_{min}	60cm	d_v	137cm	$\theta = 36^\circ$
	$V_{u\ Strength\ 1}$	1976kN	V_n	3413kN	$\epsilon_x = 0.0010$
	A_v	398mm ²	2#	5/8"	$v_u/f'c = 0.05$

CORTANTE VIGA	$A_{v\ min}$	26mm ²	$q_{u\ Str\ 1}$	198kN/m	V_r
	b_v	14cm	$M_{u\ Str\ 1}$	3558kN*m	1724kN
	s	15cm	v_u	9.17MPa	$\beta = 2.08$
	s_{max}	30cm	d_v	137cm	$\theta = 37^\circ$
	$V_{u\ Strength\ 1}$	1581kN	V_n	1915kN	$\epsilon_x = 0.0010$
	A_v	398mm ²	2#	5/8"	$v_u/f'c = 0.23$

RASANTE EN MACIZADO		
Las armaduras de cortante SI son pasantes		
v_{ui}	4.94MPa	2#
v_{ri}	4.95MPa	4/8"
c	0.52MPa	$A_v\ [mm^2/m^2]$
μ	0.6	21806
K_1	0.2	6.00MPa
K_2	5.50MPa	$s = 10cm$
Zona armada		24cm

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

RASANTE EN VIGA		
Las armaduras de cortante SI son pasantes		
V _{ui}	3.95MPa	2#
V _{ri}	4.60MPa	4/8"
c	0.52MPa	A _v [mm ² /m ²]
μ	0.6	18222
K ₁	0.2	6.00MPa
K ₂	5.50MPa	s = 15cm
Zona armada		24cm

Losa C3 de 1.50m de canto.

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante es:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE CUBIERTA C3	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1500000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1450 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.1379 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{az}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1059.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1350.14 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1372.72 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 2303.17 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1350.14 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

Losa C4 de 1.50m de canto.

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante en el apoyo lateral del vano principal:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA - C4 H=1,5 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1500000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1450 1.2. Armado de la sección. Inclinación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.1379 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 749.80 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1350.14 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1372.72 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 2303.17 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1350.14 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

Considerando la sección de apoyo entre la losa y el muro intermedio, el armado necesario por cortante en el apoyo lateral del vano principal:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA - C4 H=1,5 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1500000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1450 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.1379 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1158.50 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1350.14 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1372.72 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente V_u*d/M_u = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 2303.17 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1350.14 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa.

Considerando la sección de apoyo en los pilotes con el vano secundario:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA - C4 H=1,5 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1500000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1450 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.1379 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 586.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1350.14 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1372.72 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente V_u*d/μ_u = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 2303.17 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1350.14 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 0.00 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

5.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO

Losa C1 de 1.00m de canto.

Para la sección de centro luz y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA DE CUBIERTA C1									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.					1.3. Armado Tracción de la sección.				
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000					CAPA1 CAPA 2 CAPA 3				
Altura de la sección, h (mm) = 1 000					Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10 0 0				
Recubrimiento lateral, C _{lat} (mm) = 0					Agrupaciones de las barras = 1 1 1				
					Nº de barras por capa de armado = 7 10 10				
					Área de armado por capa, A _s (mm ²) = 5460 0 0				
					Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --- 80 80				
					Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200				
					Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 56 120 200				
					Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 100 100				
					Área de acero traccionada, A _s (mm ²) = 5460				
					Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 56				
					Canto útil a cara superior, d (mm) = 944				
					Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0058				
1.2. Características de los materiales.					1.3. Armado Compresión de la sección.				
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30					CAPA1 CAPA 2 CAPA 3				
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396					Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #8 0 0				
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291					Agrupaciones de las barras = 1 1 1				
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420					Nº de barras por capa de armado = 7 10 10				
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000					Área de armado por capa, A _s (mm ²) = 3393 0 0				
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99					Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --- 80 80				
					Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200				
					Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 53 120 200				
					Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 100 100				
					Área de acero comprimida, A' _s (mm ²) = 3393				
					Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 53				
					Canto útil a cara superior, d' (mm) = 53				
					Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0036				
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA					3. LÍMITES DE TENSION EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO				
2.1. Inercia homogeneizada.					3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.				
Área (mm ²) y cdg (mm) A'y (mm ³) Brazo (mm) I cdg (mm ⁴) A*brazo ² (mm ³)					Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 669.00				
Hormigón = 1000000 500 5.000E+08 -7 8.333E+10 4.564E+07					Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 969.00				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27105 53 1.428E+06 -454 0.000E+00 5.588E+09									
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612 944 4.116E+07 437 0.000E+00 8.332E+09									
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 507									
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 9.730E+10									
2.1. Inercia fisurada.					3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.				
Auxiliar, p/p = 0.621					Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00				
Auxiliar, d'/d = 0.056					Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00				
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{frs} /d = 0.243					3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.				
Área (mm ²) y cdg (mm) Brazo (mm) I cdg (mm ⁴) A*brazo ² (mm ³)					Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 8.20 OK				
Hormigón = 229591 115 -115 1.009E+09 3.026E+09					Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 50.46 OK				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27105 53 -177 0.000E+00 8.461E+08					Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 203.76 OK				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612 944 714 0.000E+00 2.225E+10					Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 203.76 OK				
Fibra neutra fisurada, x _{frs} (mm) = 230									
Inercia fisurada de la sección, I _{frs} (mm ⁴) = 2.713E+10									

Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6·f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=26

Para la solución de viga ortótropa pretensada rigen las verificaciones de control de tensiones expuestas en la AASTHO 5.9.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

CONTROL DE TENSIONES PARA ELEMENTOS COMPLETAMENTE PREESFORZADOS AASTHO 5.9.3&5.9.4							
Frecuencia	3.5Hz	No hay problema de vibraciones para el peatón considerado un límite de aceleración adm de $0.5 \cdot \text{raiz}(f_0)$					
0.24mm	> 0.02mm = ye	TENSIONES RESULTANTES POR FASES					
COMPROBACIÓN	Pretransferencia	Transferencia	Hormigonado	Carga Muerta	Pérdidas	0.5*PERDIDAS +SCU	SCU
Compresión Hormigón capa de compresión		0.00MPa	0.00MPa	4.54MPa	5.04MPa	4.71MPa	7.24MPa
Tracción Hormigón capa de compresión		0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa
Compresión Hormigón Viga Preesforzada		14.34MPa	12.63MPa	7.91MPa	6.87MPa	4.73MPa	7.90MPa
Tracción Hormigón Viga Preesforzada		0.75MPa	0.21MPa	0.00MPa	0.00MPa	2.85MPa	2.04MPa
Tracción Acero	1395MPa	1395MPa	1395MPa	1395MPa	1260MPa		1260MPa
TENSIONES LÍMITE. AASTHO 5.9.3 & 5.9.4							
COMPROBACIÓN	FASES						
	Pretransferencia	Transferencia	Hormigonado	Carga Muerta	Pérdidas	0.5*PERDIDAS +SCU	SCU
Compresión Hormigón capa de compresión		18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	13.50MPa	12.00MPa	13.50MPa
Tracción Hormigón capa de compresión				0.00MPa	0.00MPa		0.00MPa
Compresión Hormigón Viga Preesforzada		18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	16.00MPa	18.00MPa
Tracción Hormigón Viga Preesforzada		3.45MPa	3.45MPa	3.45MPa	3.16MPa		3.16MPa
Tracción Acero	1395MPa	-	-	-	1339MPa	-	1339MPa

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=22

CONTROL DE TENSIONES PARA ELEMENTOS COMPLETAMENTE PREESFORZADOS AASTHO 5.9.3&5.9.4							
Frecuencia	4.3Hz	No hay problema de vibraciones para el peatón considerado un límite de aceleración adm de $0.5 \cdot \text{raiz}(f_0)$					
0.19mm	> 0.01mm = ye	TENSIONES RESULTANTES POR FASES					
COMPROBACIÓN	Pretransferencia	Transferencia	Hormigonado	Carga Muerta	Pérdidas	0.5*PERDIDAS +SCU	SCU
Compresión Hormigón capa de compresión		0.00MPa	0.00MPa	4.00MPa	4.17MPa	4.02MPa	6.10MPa
Tracción Hormigón capa de compresión		0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa
Compresión Hormigón Viga Preesforzada		14.56MPa	12.31MPa	7.81MPa	6.81MPa	3.83MPa	6.39MPa
Tracción Hormigón Viga Preesforzada		0.95MPa	0.33MPa	0.00MPa	0.00MPa	3.10MPa	2.26MPa
Tracción Acero	1395MPa	1395MPa	1395MPa	1395MPa	1267MPa		1267MPa
TENSIONES LÍMITE. AASTHO 5.9.3 & 5.9.4							
COMPROBACIÓN	FASES						
	Pretransferencia	Transferencia	Hormigonado	Carga Muerta	Pérdidas	0.5*PERDIDAS +SCU	SCU
Compresión Hormigón capa de compresión		18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	13.50MPa	12.00MPa	13.50MPa
Tracción Hormigón capa de compresión				0.00MPa	0.00MPa		0.00MPa
Compresión Hormigón Viga Preesforzada		18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	16.00MPa	18.00MPa
Tracción Hormigón Viga Preesforzada		3.45MPa	3.45MPa	3.45MPa	3.16MPa		3.16MPa
Tracción Acero	1395MPa	-	-	-	1339MPa	-	1339MPa

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=20

CONTROL DE TENSIONES PARA ELEMENTOS COMPLETAMENTE PREESFORZADOS AASTHO 5.9.3&5.9.4							
Frecuencia	4.9Hz	No hay problema de vibraciones para el peatón considerado un límite de aceleración adm de $0.5 \cdot \text{raiz}(f_0)$					
0.17mm	> 0.01mm = ye	TENSIONES RESULTANTES POR FASES					
COMPROBACIÓN	Pretransferencia	Transferencia	Hormigonado	Carga Muerta	Pérdidas	0.5*PERDIDAS +SCU	SCU
Compresión Hormigón capa de compresión		0.00MPa	0.00MPa	3.61MPa	3.65MPa	3.64MPa	5.46MPa
Tracción Hormigón capa de compresión		0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa	0.00MPa
Compresión Hormigón Viga Preesforzada		14.46MPa	11.90MPa	7.72MPa	6.76MPa	3.41MPa	5.98MPa
Tracción Hormigón Viga Preesforzada		1.01MPa	0.38MPa	0.00MPa	0.00MPa	3.14MPa	2.20MPa
Tracción Acero	1395MPa	1395MPa	1395MPa	1395MPa	1270MPa		1270MPa
TENSIONES LÍMITE. AASTHO 5.9.3 & 5.9.4							
COMPROBACIÓN	Pretransferencia	Transferencia	Hormigonado	Carga Muerta	Pérdidas	0.5*PERDIDAS +SCU	SCU
Compresión Hormigón capa de compresión		18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	13.50MPa	12.00MPa	13.50MPa
Tracción Hormigón capa de compresión				0.00MPa	0.00MPa		0.00MPa
Compresión Hormigón Viga Preesforzada		18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	18.00MPa	16.00MPa	18.00MPa
Tracción Hormigón Viga Preesforzada		3.45MPa	3.45MPa	3.45MPa	3.16MPa		3.16MPa
Tracción Acero	1395MPa	-	-	-	1339MPa	-	1339MPa

Losa C3 de 1.50m de canto.

Para la sección de centro luz y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGUN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA DE CUBIERTA C3									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.2. Armado Tracción de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Calibre Armadura Tracción longitudinal, # =	#11	#9	0			Calibre Armadura Compresión longitudinal, # =	#10
Altura de la sección, h (mm) =	1 500	Agrupaciones de las barras =	1	1	1			Agrupaciones de las barras =	1
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) =	0	Nº de barras por capa de armado =	7	3	10			Nº de barras por capa de armado =	7
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm ²) =	6707	1935	0			Área de armado por capa, A _s (mm ²) =	5460
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) =	80	80				vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) =	80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) =	3.396	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =	40	120	200			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =	40
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) =	26 291	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) =	58	134	200			Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) =	56
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =	150	333	100			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =	150
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	210 000	Área de acero traccionada, A _s (mm ²) =	8642					Área de acero comprimida, A _s (mm ²) =	5460
Coefficiente de homogeneización, n =	7.99	Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) =	75					Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) =	56
		Canto útil a cara superior, d (mm) =	1425					Canto útil a cara superior, d' (mm) =	56
		Cuántia de acero traccionado, ρ =	0.0061					Cuántia de acero traccionado, ρ' =	0.0038
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm ²)	y cdg (mm)	A'y (mm ³)	Brazo (mm)	I cdg (mm ⁴)	A'brazo ²	3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	
Hormigón =	1500000	750	1.125E+09	-10	2.813E+11	#####		3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.	
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) =	43612	56	2.449E+06	-704	0.000E+00	#####		Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) =	1530.00
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) =	69026	1425	9.836E+07	665	0.000E+00	#####		Momento en situación de servicio, M _s (kNm) =	2648.00
Fibra neutra fisurada, x _{fis} (mm) =	760							3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.	
Inercia homogeneizada de la sección, I _h (mm ⁴) =	3.335E+11							Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) =	252.00
2.1. Inercia fisurada.		Auxiliar, p/p =	0.632					Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) =	18.00
Auxiliar, d'/d =	0.039							3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.	
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fis} /d =	0.246							Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =	9.48 OK
		Área (mm ²)	y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm ⁴)	A'brazo ² (mm ³)		Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =	63.60 OK
Hormigón =	350295	175	-175	3.582E+09	1.075E+10			Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =	232.37 OK
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) =	43612	56	-294	0.000E+00	3.773E+09			Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =	236.07 OK
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) =	69026	1425	1075	0.000E+00	7.972E+10				
Fibra neutra fisurada, x _{fis} (mm) =	350								
Inercia fisurada de la sección, I _{fr} (mm ⁴) =	9.782E+10								

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Se obtiene una tensión en el armado inferior a $0,6 \cdot f_y$, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Losa C4 de 1.50m de canto.

Para la sección de centro vano principal y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA C-4 H= 1,5 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.2. Armado Tracción de la sección.			1.3. Armado Compresión de la sección.				
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #11			CAPA 1	CAPA 2	CAPA 3	CAPA 1	CAPA 2
Altura de la sección, h (mm) = 1 500		Agrupaciones de las barras = 1			#11	0	0	#10	0
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7			1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1	1
		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6700			7	7	10	Nº de barras por capa de armado = 7	10
		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = 80			80	80	80	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5455	0
		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			40	120	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40	120
		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 58			58	120	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 58	120
		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			150	150	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150	100
		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 6700						Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5455	
		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 58						Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 58	
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1442						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0046						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0038	
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.									
Hormigón = 1500000		Área (mm²)	y cdg (mm)	A'y (mm³)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A'brazo² (mm³)		
		750	1.125E+09	-4	2.813E+11	2.728E+07			
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43569		56	2.446E+06	-698	0.000E+00	2.123E+10			
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 53517		1442	7.718E+07	688	0.000E+00	2.532E+10			
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 754									
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 3.278E+11									
2.1. Inercia fisurada.									
Auxiliar, p/ρ = 0.814									
Auxiliar, d'/d = 0.039									
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fis} /d = 0.217									
		Área (mm²)	y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A'brazo² (mm³)			
Hormigón = 313611		157	-157	2.570E+09	7.711E+09				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43569		56	-257	0.000E+00	2.888E+09				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 53517		1442	1128	0.000E+00	6.815E+10				
Fibra neutra fisurada, x _{fis} (mm) = 314									
Inercia fisurada de la sección, I _{fis} (mm⁴) = 8.132E+10									
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO									
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.									
Momento de fisuración de la sección, M _{fu} (kNm) = 1492.00									
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1676.00									
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.									
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00									
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00									
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.									
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 6.46								OK	
Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 42.38								OK	
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 185.77								OK	
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 185.77								OK	

Se obtiene una tensión en el armado inferior a $0,6 \cdot f_y$, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Para la sección de apoyo central y el momento en situación de servicio se obtiene:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08											
LOSA C-4 H= 1,5 m											
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.											
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				CAPA1		CAPA 2		CAPA 3	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #11				0		0		0	
Altura de la sección, h (mm) = 1 500		Agrupaciones de las barras = 1				1		1		1	
Recubrimiento lateral, c _{alt} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7				7		10		10	
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6700				0		0		0	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---				80		80		80	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40				120		200		200	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 58				120		200		200	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150				150		100		100	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _t (mm²) = 6700									
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 58									
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1442									
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0046									

Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6·f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Para la sección de centro vano secundario y el momento de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08													
LOSA C-4 H= 1,5 m													
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.													
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9			0	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10			0	0	0
Altura de la sección, h (mm) = 1 500		Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1
Recubrimiento lateral, c _{alt} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7			7	7	10	Nº de barras por capa de armado = 7			7	10	10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 4296			0	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5455			0	0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---			80	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---			80	80	80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 54			120	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 56			120	200	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			150	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			100	100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _t (mm²) = 4296						Área de acero comprimida, A _c (mm²) = 5455					
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 54						Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 56					
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1446						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56					
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0030						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0038					
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA													
2.1. Inercia homogeneizada.					3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO								
Área (mm2) y cdg (mm) A'y (mm3) Brazo (mm) I cdg (mm4) A*brazo^2 (mm3)					3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.								
Hormigón = 1500000 750 1.125E+09 4 2.813E+11 2.438E+07					Momento de fisuración de la sección, M _{fs} (kNm) = 1435.00								
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43569 56 2.446E+06 -690 0.000E+00 2.073E+10					Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1023.00								
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 34312 1446 4.960E+07 700 0.000E+00 1.680E+10					LA SECCIÓN NO FISURA								
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 746													
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 3.188E+11													
2.1. Inercia fisurada.					3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.								
Auxiliar, p/p = 1.270					Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00								
Auxiliar, d'/d = 0.039					Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00								
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.176					3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.								
Área (mm2) y cdg (mm) Brazo (mm) I cdg (mm4) A*brazo^2 (mm3)					Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =								
Hormigón = 254031 127 -127 1.366E+09 4.098E+09					Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) =								
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43569 56 -198 0.000E+00 1.706E+09					Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =								
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 34312 1446 1192 0.000E+00 4.872E+10					Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =								
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 254													
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm ⁴) = 5.589E+10													

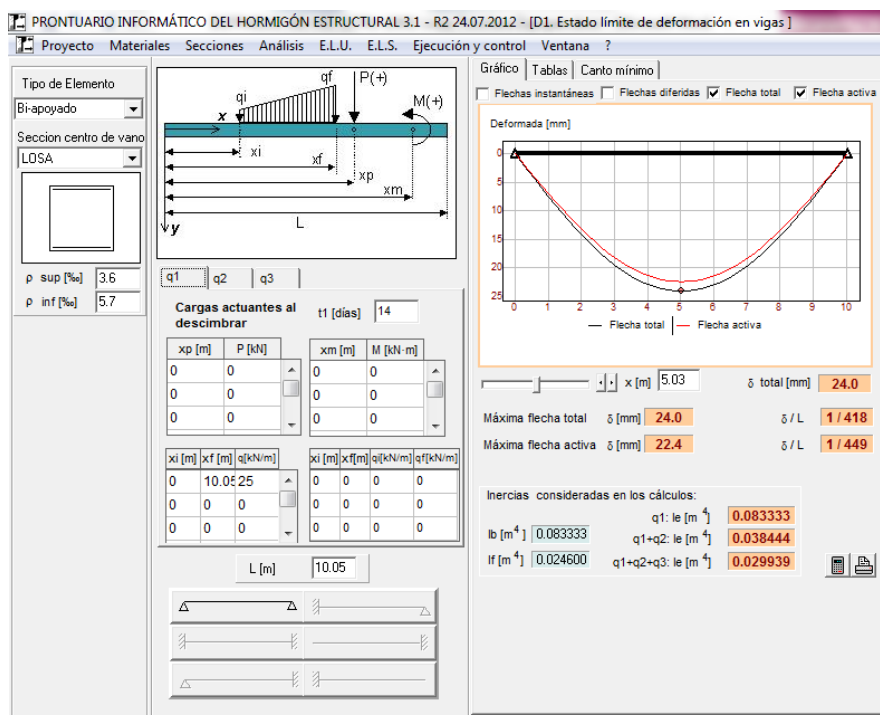
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Se obtiene una tensión en el armado inferior a $0,6 \cdot f_y$, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

5.6. DEFORMACIONES

Losa C1 de 1.00m de canto.

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

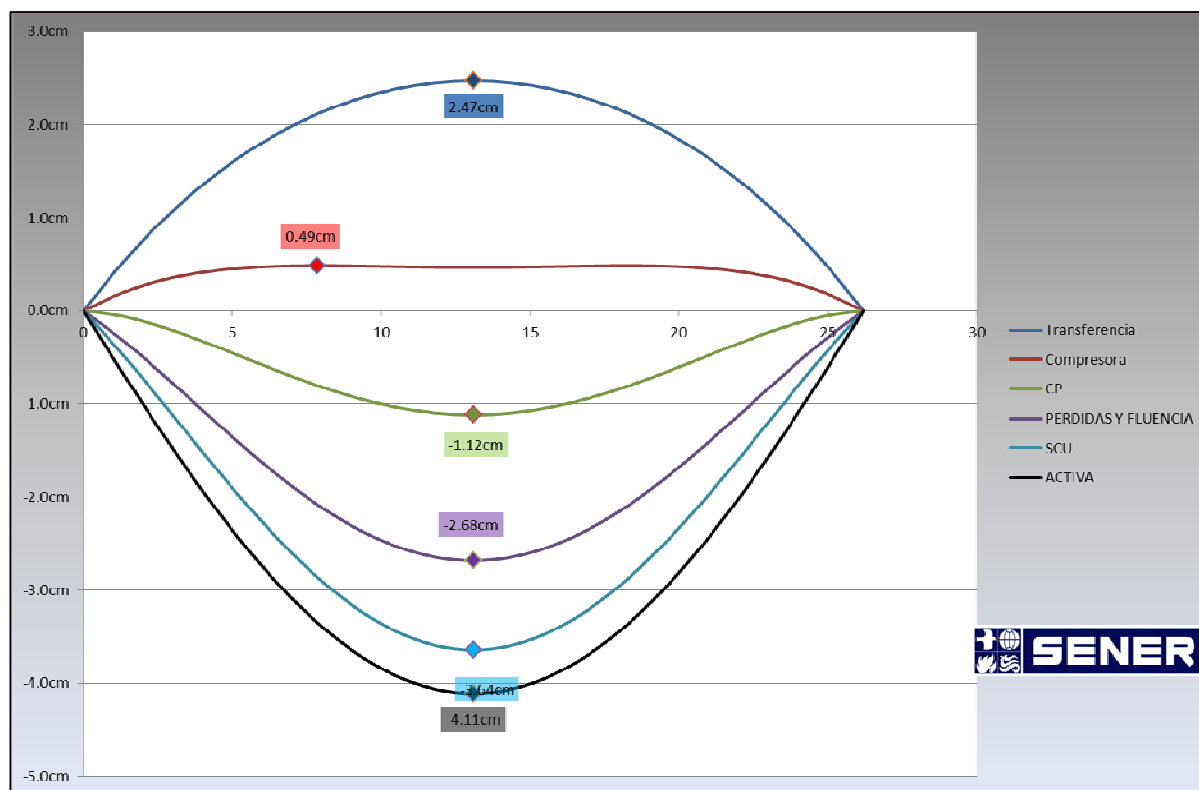


10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 24mm, que corresponde a una relación flecha/luz de 1/418, adecuada para la losa de cubierta.

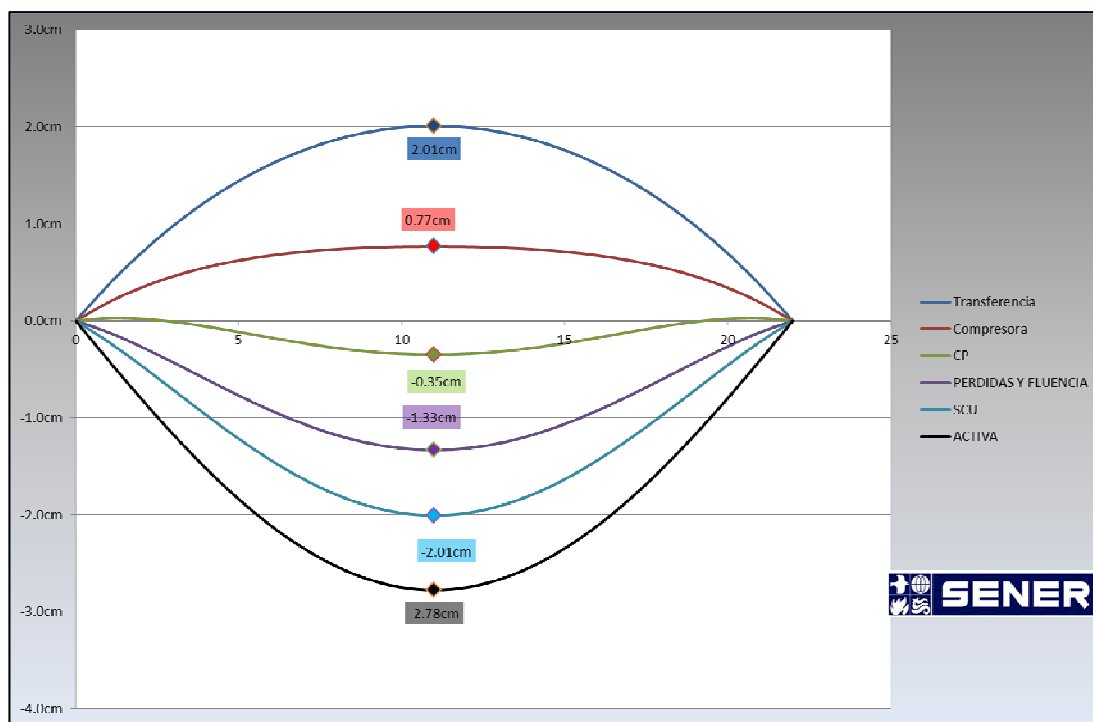
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=26



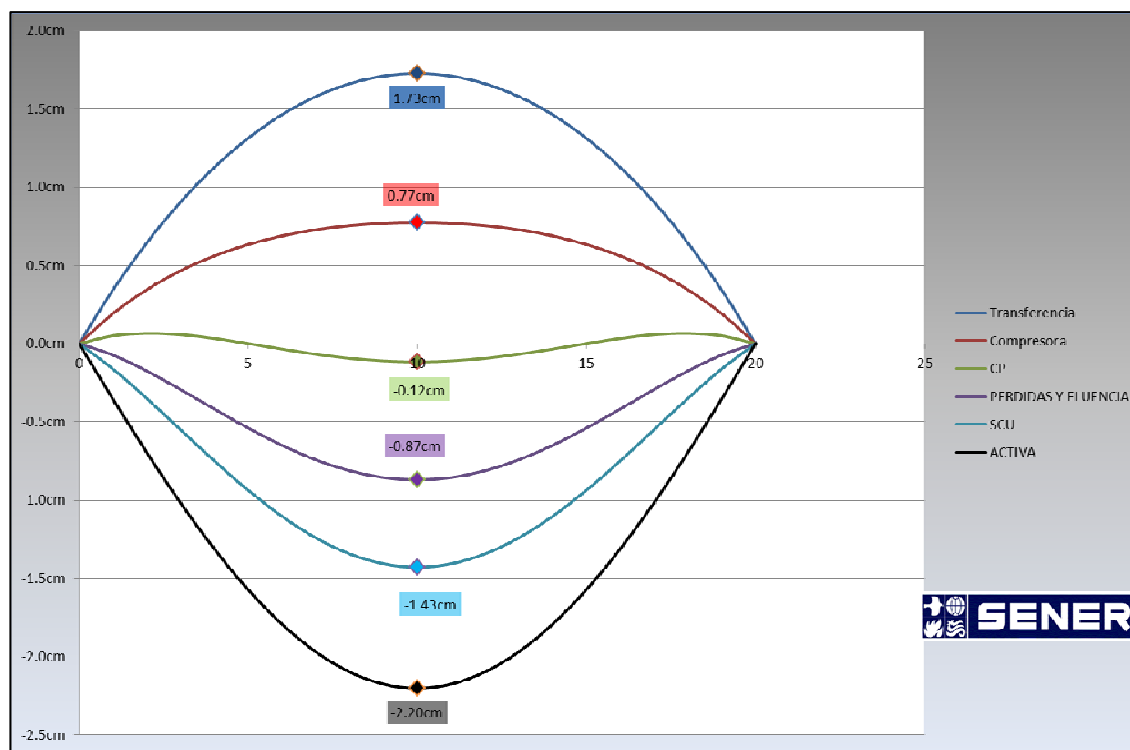
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=22



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C2 ortótropa de 1.60m pretensada y 0.30m de capa compresora L=20

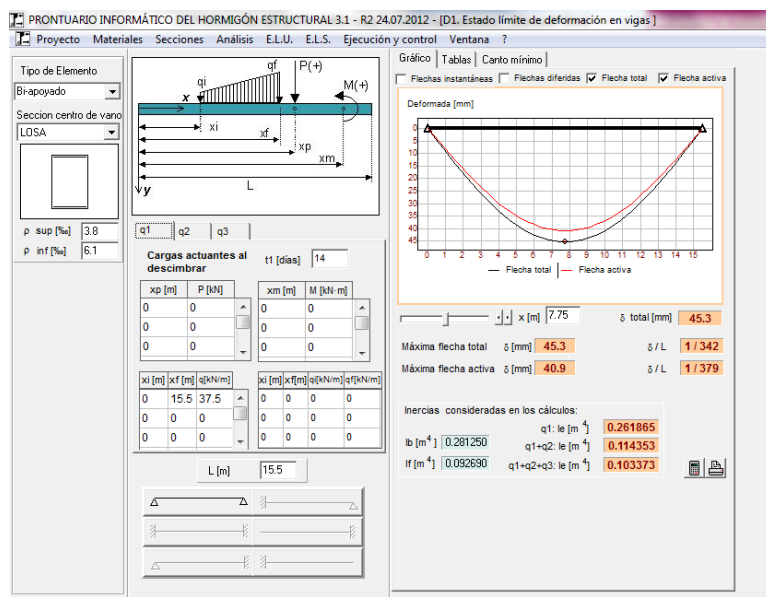


Losa C3 de 1.50m de canto.

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

Se utiliza una luz reducida de cálculo (luz libre + 50cm) para tener en cuenta la posición real del apoyo.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



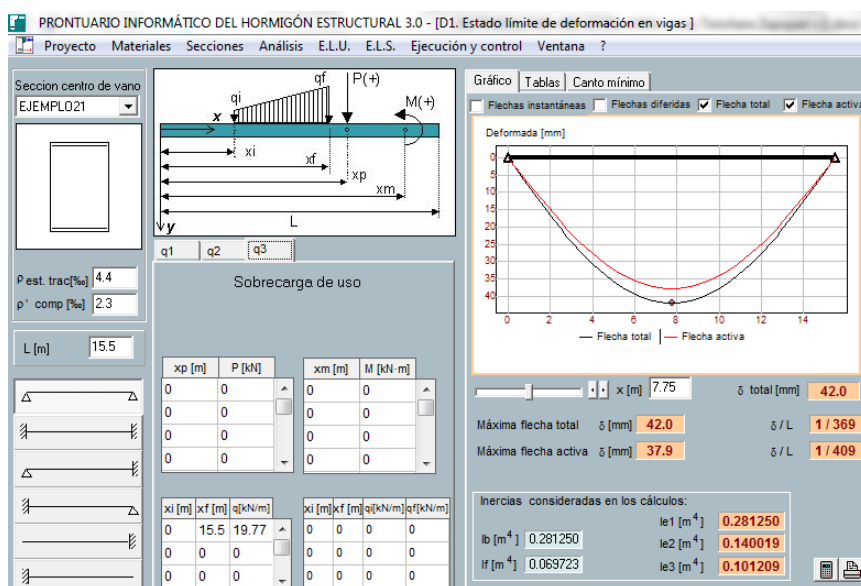
Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 45.3mm, que corresponde a una relación flecha/luz de 1/342, adecuada para la losa de cubierta.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C4 de 1.50m de canto.

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

Se utiliza una luz reducida de cálculo (luz libre + 50cm) para tener en cuenta la posición real del apoyo.



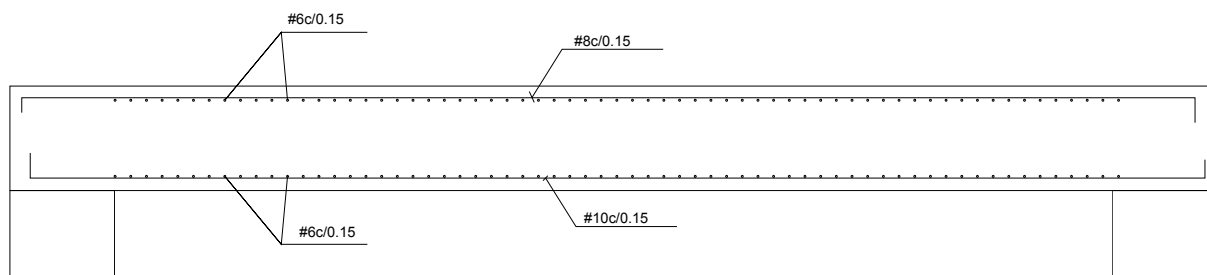
Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 42 mm, que corresponde a una relación flecha/luz de 1/369, adecuada para la losa de cubierta.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

5.7. ESQUEMA DE ARMADO

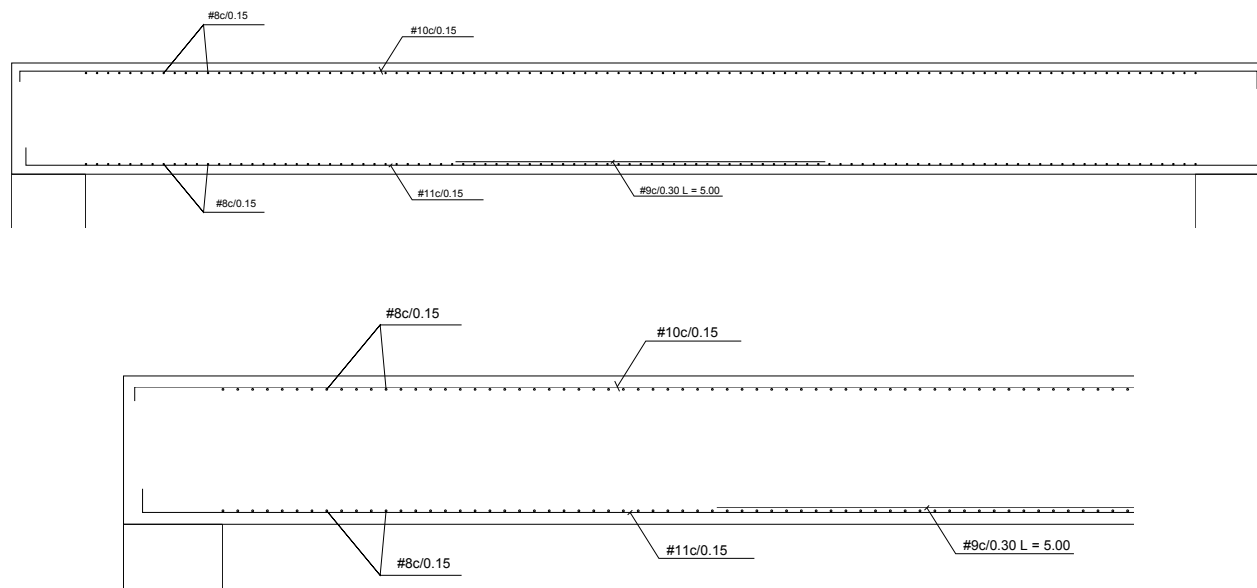
Losa C1 de 1.00m de canto.

Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:



Losa C3 de 1.50m de canto.

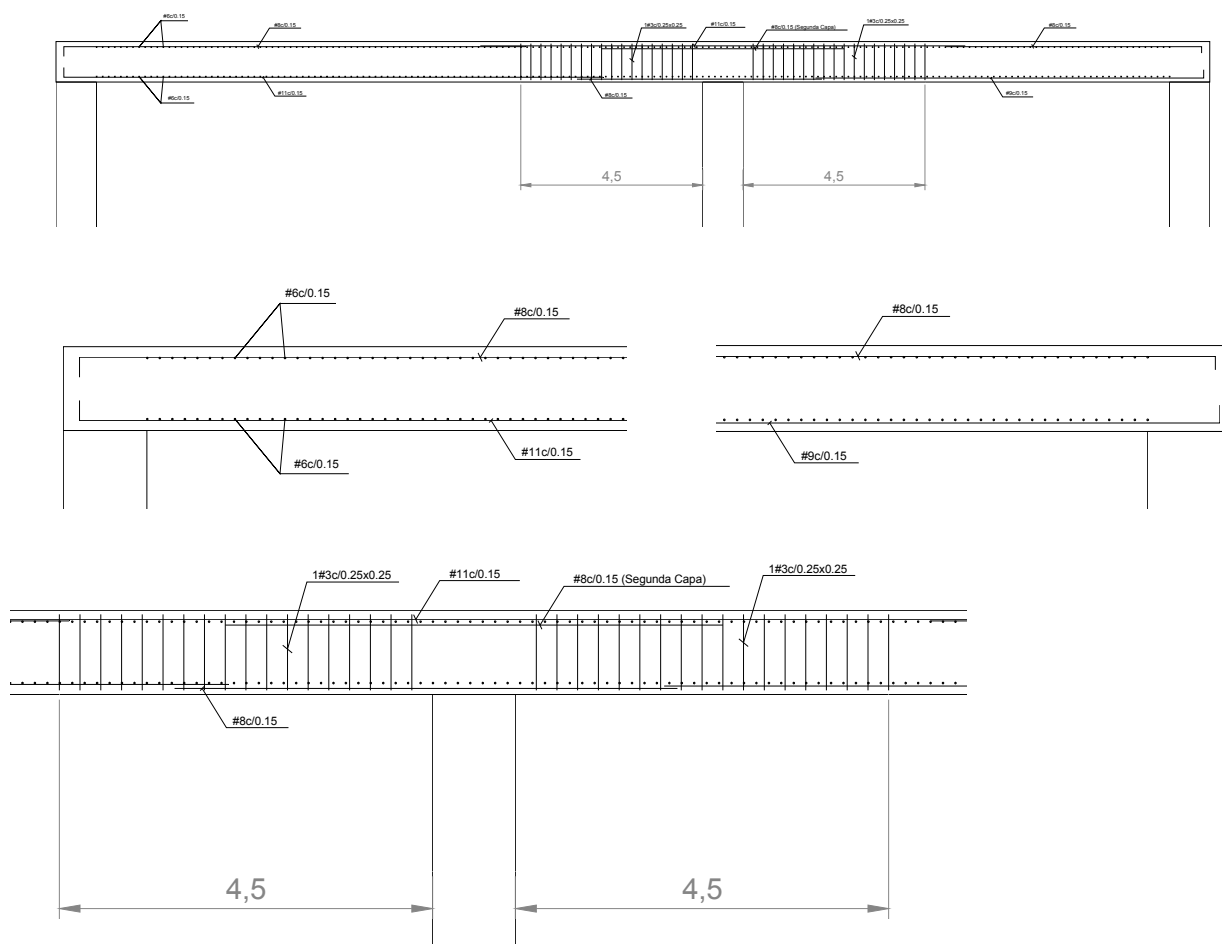
Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa C4 de 1.50m de canto.

Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

6. DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA DE ACCESO RODADO

La losa de acceso rodado tiene una luz de 15.00m de manera sistemática, estando compensada en dos vanos en la zona de convergencia de línea y tuneladora donde se propone un muro intermedio. El espesor es constante de 1.20m de canto.

El máximo relleno considerado es de 0.30m de paquete de firme.

6.1. CARGAS CONSIDERADAS

De acuerdo a los apartados anteriores en los que se han identificado cargas y combinaciones se desarrolla a continuación la carga de diseño en ELU y ELS de las diferentes losas.

Losa L2 de 1.20m de canto.

- Estados límite de resistencia,
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o RESISTENCIA 1: $1.25 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.75 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 1.50 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50 \text{ DC} + 1.50 \text{ DW} + 1.35 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL}$
 - o RESISTENCIA 4: $0.90 \text{ DC} + 0.65 \text{ DW} + 0.90 \text{ EV} + 0.90 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$
 - o $q(\text{STRENGTH } 1) = 1.25 \cdot 30 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 0 + 1.75 \cdot 25 = 91.60 \text{ kPa}$
 - o $q(\text{STRENGTH } 4) = 1.50 \cdot 30 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 0 = 55.35 \text{ kPa}$
 - o $N_{\max} = 1.50 \cdot N_{\text{MAX DEF RIDO}} = 1.50 \cdot 224.55 = 336.83 \text{ kN/m}$
 - o $N_{\min} = \min(0.90 \cdot N_{\text{MIN DEF RIDO}}; 1.50 \cdot N_{\text{MIN DEF RIDO}}) = -144.66 \text{ kN/m}$
- Estados límite de servicio,
 - o SERVICIO I = $1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 \text{ EV} + 1.00 \text{ EH} + 1.00 \text{ EL} + 1.00 (\text{IM} + \text{LL})$
 - o SERVICIO I = $1.00 \text{ DC} + 1.00 \text{ DW} + 1.00 \text{ EV} + 1.00 \text{ EH} + 1.00 \text{ WA}$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- o $q(SERVICE\ 1) = 1.00 \cdot 30 + 1.00 \cdot 6.90 + 1.00 \cdot 0 + 1.00 \cdot 25 = 61.90kPa$
- o $N_{max} = 1.00 \cdot N_{MAX\ DEF\ RIDO} = 1.00 \cdot 224.55 = 224.55kN/m$
- o $N_{min} = 1.00 \cdot N_{MIN\ DEF\ RIDO} = -96.44kN/m$

Losa L3 de 1.20m de canto.

- Estados límite de resistencia,
 - o RESISTENCIA 1: $1.25\ DC + 1.50\ DW + 1.35\ EV + 1.50\ EH + 1.00\ EL + 1.75\ (IM + LL)$
 - o RESISTENCIA 1: $1.25\ DC + 1.50\ DW + 1.35\ EV + 0.90\ EH + 1.00\ EL + 1.75\ (IM + LL)$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50\ DC + 1.50\ DW + 1.35\ EV + 1.50\ EH + 1.00\ EL$
 - o RESISTENCIA 4: $1.50\ DC + 1.50\ DW + 1.35\ EV + 0.90\ EH + 1.00\ EL$
 - o RESISTENCIA 4: $0.90\ DC + 0.65\ DW + 0.90\ EV + 0.90\ EH + 1.00\ WA$
 - o $q(STRENGTH\ 1) = 1.25 \cdot 30 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 0 + 1.75 \cdot 20 = 82.85kPa$
 - o $q(STRENGTH\ 4) = 1.50 \cdot 30 + 1.50 \cdot 6.90 + 1.35 \cdot 0 = 55.35kPa$
 - o $N_{max} = 1.50 \cdot N_{MAX\ RIDO} = 1.50 \cdot 66.57 = 99.86kN/m$
 - o $N_{min} = \min(0.90 \cdot N_{MIN\ RIDO}; 1.50 \cdot N_{MIN\ DEF\ RIDO}) = -155.90kN/m$
- Estados límite de servicio,
 - o SERVICIO I = $1.00\ DC + 1.00\ DW + 1.00\ EV + 1.00\ EH + 1.00\ EL + 1.00\ (IM + LL)$
 - o SERVICIO I = $1.00\ DC + 1.00\ DW + 1.00\ EV + 1.00\ EH + 1.00\ WA$
 - o $q(SERVICE\ 1) = 1.00 \cdot 30 + 1.00 \cdot 6.90 + 1.00 \cdot 0 + 1.00 \cdot 20 = 56.90kPa$
 - o $N_{max} = 1.00 \cdot N_{MAX\ RIDO} = 1.00 \cdot 66.57 = 66.57kN/m$
 - o $N_{min} = 1.00 \cdot N_{MIN\ RIDO} = -103.93kN/m$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

6.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO

Losa L2 de 1.20m de canto.

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo en tres puntos (inicial, compensado y final):

- Momento de cálculo sobre apoyo central (sección inicial):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 24.33 = 2229 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en centro luz en vano pozo de ataque (sección inicial):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 20.61 = 1888 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en centro luz en vano línea (sección inicial):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 3.78 = 346 \text{ kNm/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo exterior lado pozo (sección inicial):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 6.42 = 588 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo intermedio lado pozo (sección inicial):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 9.48 = 868 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo intermedio lado línea (sección inicial):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 7.50 = 687 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo exterior lado línea (sección inicial):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 2.75 = 252 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en apoyo central (sección inicial):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 24.33 = 1506 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio en centro luz centro luz lado pozo (sección inicial):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 20.61 = 1276 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio en centro luz centro luz lado línea (sección inicial):

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 3.78 = 234 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo sobre apoyo central (sección compensada):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 13.13 = 1203 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en centro luz en vanos (sección compensada):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 7.40 = 678 \text{ kNm/m}$$

- Cortante de cálculo exterior (sección compensada):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 3.84 = 352 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo intermedio (sección compensada):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 6.41 = 587 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en apoyo central (sección compensada):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 13.13 = 813 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio en centro luz centro luz (sección compensada):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 7.4 = 458 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo sobre apoyo central (sección final):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 9.40 = 861 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en centro luz en vano pozo de ataque (sección final):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 0.63 = 58 \text{ kNm/m}$$

- Momento de cálculo en centro luz en vano línea (sección final):

$$M_d^{CL} = 91.60 \cdot 8.24 = 754 \text{ kNm/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo exterior lado pozo (sección final):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 1.12 = 103 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo intermedio lado pozo (sección final):

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

$$V_d^A = 91.60 \cdot 4.48 = 410 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo intermedio lado línea (sección final):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 5.94 = 544 \text{ kN/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo exterior lado línea (sección final):

$$V_d^A = 91.60 \cdot 4.06 = 372 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en apoyo central (sección final):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 9.40 = 582 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio en centro luz centro luz lado pozo (sección final):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 0.63 = 39 \text{ kNm/m}$$

- Momento de servicio en centro luz centro luz lado línea (sección final):

$$M_k^{CL} = 61.90 \cdot 8.24 = 510 \text{ kNm/m}$$

Losa L3 de 1.20m de canto.

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz:

$$M_d^{CL} = \frac{82.85 \cdot 15^2}{8} = 2330 \text{ kNm/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo:

$$V_d^A = \frac{82.85 \cdot 15}{2} = 621 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en centro luz (se toma ancho estricto de 15.00m de luz):

$$M_k^{CL} = \frac{56.90 \cdot 15^2}{8} = 1600 \text{ kNm/m}$$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

6.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN

Losa L2 de 1.20m de canto. Zona A

Para el momento de cálculo en el centro luz del vano del pozo de ataque:

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = -96.44	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 1888.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82	
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 150		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 1834.96	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c = 0.003		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 95	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η = 0.850		1834.96	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ = 0.836		86	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t = 0.004		Compresión en cara superior, C (kN) = 2023.64	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 200 000		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -2120.08	
1.3. Límites de dimensionamiento.		-2120.08	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) = 493		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Momento último en capa armado, M _{1(x_i)} (kNm) = 9915.55		Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 50.48	
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) = 431		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 0.00	
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) = 676		45.87	
		0.00	
		3.4. Cálculo armados mínimos.	
		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) = 38.33	
		Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) = 38.33	
		Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) = 21.60	
		Armado a tracción necesario, A_s (cm²) = 50.48	
		45.87	
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm²) = 0.00	
		0.00	

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #10/0,15 (54,6 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0,15 (34 cm²/m).

Para el momento de cálculo sobre apoyos se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	-96.44
Altura de la sección, h (mm) =	1 200	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	2229.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 150	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	INICIAL ITERACIÓN
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	2175.96 2175.96
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	113 102
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	2416.46 2183.68
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-2512.90 -2280.12
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	59.83 54.29
Deformación última del acero a flexión simple, ε _s =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	38.33 38.33
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _l (mm) =	493	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	38.33 38.33
Momento último en capa armado, M ₁ (x _l) (kNm) =	9915.55	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	21.60 21.60
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	431	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	59.83 54.29
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	676	Armado a compresión necesario, A' _s (cm ²) =	0.00 0.00

Así, para el armado transversal superior se propone un armado de #10/0,15 (54,6 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0.15 (34 cm²/m).

Para el momento de cálculo en el centro luz del vano de línea:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	-96.44
Altura de la sección, h (mm) =	1 200	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	678.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 150	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	INICIAL ITERACIÓN
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	624.96 624.96
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	32 29
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	673.17 610.17
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-769.61 -706.61
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	18.32 16.82
Deformación última del acero a flexión simple, ε _s =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	38.33 38.33
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _l (mm) =	493	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	24.37 22.38
Momento último en capa armado, M ₁ (x _l) (kNm) =	9915.55	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	21.60 21.60
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	431	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	24.37 22.38
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	676	Armado a compresión necesario, A' _s (cm ²) =	0.00 0.00

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #8/0,15 (34 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0.15 (34 cm²/m).

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa L2 de 1.20m de canto. Zona B

Para el momento de cálculo en el centro luz del vano del pozo de ataque:

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = -96.44	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 678.00	
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{l,mec}$ (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, $\Phi = 0.82$	
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 150		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL	
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) = 624.96	
Deformación última hormigón a flexión simple, $\epsilon_c = 0.003$		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 32	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\eta = 0.850$		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\beta_1 = 0.836$		Compresión en cara superior, C (kN) = 673.17	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -769.61	
Deformación última del acero a flexión simple, $\epsilon_t = 0.004$		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) = 200 000		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 18.32	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 0.00	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) = 493		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) = 99155.55		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) = 38.33	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) = 431		Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) = 24.37	
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) = 676		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) = 21.60	
		Armado a tracción necesario, A_s (cm²) = 24.37	
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm²) = 0.00	

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #8/0,15 (34 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0,15 (34 cm²/m).

Para el momento de cálculo sobre apoyos se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = -96.44	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 1203.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82	
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 150		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 1149.96	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c = 0.003		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 59	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η = 0.850		ITERACIÓN	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ = 0.836		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 1149.96	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 53	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t = 0.004		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 200 000		Compresión en cara superior, C (kN) = 1251.13	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -1347.57	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) = 493		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Momento último en capa armado, M _{1(x_i)} (kNm) = 9915.55		Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 32.09	
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) = 431		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 0.00	
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) = 676		3.4. Cálculo armados mínimos.	
		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) = 38.33	
		Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) = 38.33	
		Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) = 21.60	
		Armado a tracción necesario, A_s (cm²) = 38.33	
		Armado a compresión necesario, A_s' (cm²) = 0.00	

Así, para el armado transversal superior se propone un armado de #9/0,15 (43 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0,15 (34 cm²/m).

Para el momento de cálculo en el centro luz del vano de línea:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = -96.44	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 754.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82	
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 150		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 700.96	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c = 0.003		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 35	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η = 0.850		ITERACIÓN	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ = 0.836		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 700.96	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 32	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t = 0.004		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 200 000		Compresión en cara superior, C (kN) = 756.11	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -852.55	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) = 493		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Momento último en capa armado, M _{1(x_i)} (kNm) = 9915.55		Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 20.30	
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) = 431		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 0.00	
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) = 676		3.4. Cálculo armados mínimos.	
		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) = 38.33	
		Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) = 27.00	
		Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) = 21.60	
		Armado a tracción necesario, A_s (cm²) = 27.00	
		Armado a compresión necesario, A_s' (cm²) = 0.00	

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #8/0,15 (34 cm²/m)

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0,15 (34 cm²/m).

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa L3 de 1.20m de canto.

Para el momento de cálculo en centro luz se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE ACCESO RODADO L2			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = -96.44	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 2330.00	
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, $\Phi = 0.82$	
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 150		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL	
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30		ITERACIÓN	
Deformación última hormigón a flexión simple, $\epsilon_c = 0.003$		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) = 2276.96	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\eta = 0.850$		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 119	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\beta_1 = 0.836$		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420		Compresión en cara superior, C (kN) = 2533.92	
Deformación última del acero a flexión simple, $\epsilon_t = 0.004$		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -2630.36	
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) = 200 000		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 62.63	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) = 493		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 0.00	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) = 9915.55		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) = 431		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) = 38.33	
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) = 676		Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) = 38.33	
		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) = 21.60	
		Armado a tracción necesario, A_s (cm²) = 62.63	
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm²) = 0.00	

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de 1#11/0,15 (67,1 cm²/m).

En cuanto al armado transversal superior y para el armado longitudinal se propone un armado mínimo geométrico de #8/0,15 (34 cm²/m).

6.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE

Losa L2 de 1.20m de canto. Zona A.

Considerando la sección exterior del lado del pozo de ataque:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L3	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 588.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que sería suficiente con un refuerzo de 1#3@0.15x0.30 (15.7cm²/m).

Considerando la sección interior del lado del pozo de ataque:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 868.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, $A_{s/sep}$ (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, $A_{smin/sep}$ (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, $A_{s/sep}$ (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, $Sep.Max$ (cm) = 58

Por lo que sería suficiente con un refuerzo de 1#3@0.15x0.30 (15.7cm²/m).

Considerando la sección interior del lado de línea:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 687.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que sería suficiente con un refuerzo de 1#3@0.15x0.30 (15.7cm²/m).

Considerando la sección exterior del lado de línea:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 352.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 0.00 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

Losa L2 de 1.20m de canto. Zona B.

Considerando la sección exterior del lado del pozo de ataque:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 352.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 0.00 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

Considerando la sección interior del lado del pozo de ataque:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 587.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que sería suficiente con un refuerzo de 1#3@0.15x0.30 (15.7cm²/m).

Considerando la sección interior del lado de línea:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 587.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que sería suficiente con un refuerzo de 1#3@0.15x0.30 (15.7cm²/m).

Considerando la sección exterior del lado de línea:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 372.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, $A_{s/sep}$ (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, $A_{smin/sep}$ (cm ² /m) = 0.00 Armado cortante a disponer, $A_{s/sep}$ (cm²/m) = 0.00 Sep. máx. barras refuerzo, $Sep.Max$ (cm) = 58

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa, por tratarse de una losa sólida con armado necesario por cálculo nulo.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa L3 de 1.20m de canto.

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante es:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE ACCESO RODADO L2	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 5.2174 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 621.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1109.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Por lo que sería suficiente con un refuerzo de 1#3@0.15x0.30 (15.7cm²/m).

6.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO

Losa L2 de 1.20m de canto. Zona A.

Para la sección de centro luz del vano del pozo de ataque y el momento en situación de servicio se obtiene:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA INTERMEDIA L2									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				1.3. Armado Compresión de la sección.			
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10		CAPA 2	CAPA 3	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10		CAPA 2	CAPA 3
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Agrupaciones de las barras = 1		1	1	Agrupaciones de las barras = 1		1	1
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7		7	10	Nº de barras por capa de armado = 7		10	10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460		0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460		0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---		80	80	vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---		80	80
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40		120	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40		120	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 56		120	200	Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 56		120	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150		143	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150		100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 5460				Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460			
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 56				Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 56			
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1144				Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56			
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0048				Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048			
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm²)	y cdg	A*y (mm³)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)	3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	
Hormigón = 1200000		600	7.200E+08	0		1.440E+11	0.000E+00	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.	
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	2.449E+06	-544		0.000E+00	1.290E+10	Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 961.00	
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612		1144	4.989E+07	544		0.000E+00	1.290E+10	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1276.00	
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 600								3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.	
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.698E+11								Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00	
2.1. Inercia fisurada.								Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00	
Auxiliar, p/p = 1.000								3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.	
Auxiliar, d/d = 0.049								Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 7.59	
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.217								Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) = 46.87	
		Área (mm²)	y cdg	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm³)		Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 219.05	
Hormigón = 247854		124	-124	1.269E+09	3.807E+09			Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 219.05	
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	-192	0.000E+00	1.603E+09				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612		1144	896	0.000E+00	3.501E+10				
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 248									
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 4.169E+10									

Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6-f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Para la sección de apoyo el momento en situación de servicio se obtiene:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA INTERMEDIA L2									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.			1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA 1 CAPA 2 CAPA 3			1.3. Armado Compresión de la sección.
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000			Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10			0 0			Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10
Altura de la sección, h (mm) = 1 200			Agrupaciones de las barras = 1			1 1			Agrupaciones de las barras = 1
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0			Nº de barras por capa de armado = 7			7 10			Nº de barras por capa de armado = 7
1.2. Características de los materiales.			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460			0 0			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---			80 80			vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120 200			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291			Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 56			120 200			Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 56
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			143 100			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000			Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 5460						Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99			Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 56						Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 56
			Canto útil a cara superior, d (mm) = 1144						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56
			Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0048						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm²)	y cdg (mm)	A*y (mm³)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)		
Hormigón		1200000	600	7.200E+08	0	1.440E+11	0.000E+00		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		43612	56	2.449E+06	-544	0.000E+00	1.290E+10		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		43612	1144	4.989E+07	544	0.000E+00	1.290E+10		
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 600									
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.698E+11									
2.1. Inercia fisurada.									
Auxiliar, p/p = 1.000									
Auxiliar, d/d = 0.049									
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.217									
		Área (mm²)	y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)			
Hormigón		247854	124	-124	1.269E+09	3.807E+09			
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		43612	56	-192	0.000E+00	1.603E+09			
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		43612	1144	896	0.000E+00	3.501E+10			
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 248									
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 4.169E+10									
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO									
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.									
Momento de fisuración de la sección, M _{fs} (kNm) = 961.00									
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1506.00									
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.									
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00									
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00									
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.									
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 8.95								OK	
Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) = 55.31								OK	
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 258.53								σ EXCESIVA	
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 258.53								σ EXCESIVA	

Por lo que se requiere una armadura de 1#11c/0.15:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08										
LOSA INTERMEDIA L2										
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.										
1.1. Geometría de la sección.			1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA 1			CAPA 2	CAPA 3
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000			Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #11			0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10		
Altura de la sección, h (mm) = 1 200			Agrupaciones de las barras = 1			1	1	Agrupaciones de las barras = 1		
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0			Nº de barras por capa de armado = 7			7	10	Nº de barras por capa de armado = 7		
1.2. Características de los materiales.			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6707			0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460		
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---			80	80	vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---		
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40		
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291			Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 58			120	200	Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 56		
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			143	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150		
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000			Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 6707						Área de acero comprimida, A' _s (mm²) = 5460	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99			Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 58						Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 56	
			Canto útil a cara superior, d (mm) = 1142						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56	
			Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0059						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048	
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA										
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO										
2.1. Inercia homogeneizada.										
Hormigón		Área (mm²)	y cdg (mm)	A*y (mm³)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.		
		1200000	600	7.200E+08	-4	1.440E+11	2.020E+07	Momento de fisuración de la sección, M _{fs} (kNm) = 983.00		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		43612	56	2.449E+06	-548	0.000E+00	1.309E+10	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1506.00		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		53570	1142	6.118E+07	538	0.000E+00	1.551E+10			
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm)		604								
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴)		1.726E+11								
2.1. Inercia fisurada.										
Auxiliar, p/p = 0.814										
Auxiliar, d/d = 0.049										
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.239										
		Área (mm²)	y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)				
Hormigón		272557	136	-136	1.687E+09	5.062E+09				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		43612	56	-216	0.000E+00	2.042E+09				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		53570	1142	870	0.000E+00	4.050E+10				
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm)		273								
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴)		4.930E+10								
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.										
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00										
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00										
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.										
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 8.33								OK		
Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 52.81								OK		
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 212.19								OK		
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 212.19								OK		

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Se obtiene una tensión en el armado inferior a $0,6 \cdot f_y$, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Para la sección de centro luz del vano de línea y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08																		
LOSA INTERMEDIAL 2																		
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.																		
1.1. Geometría de la sección.			1.3. Armado Tracción de la sección.				CAPA 1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.			CAPA 1	CAPA 2	CAPA 3			
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000			Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #8				0	0		Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10			0	0	0			
Altura de la sección, h (mm) = 1 200			Agrupaciones de las barras = 1				1	1		Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1			
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0			Nº de barras por capa de armado = 7				7	7	10	Nº de barras por capa de armado = 7			7	10	10			
			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 3393				0	0		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460			0	0	0			
1.2. Características de los materiales.			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---				80	80		vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---			80	80	80			
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40				120	200		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200			
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396			Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 53				120	200		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 56			120	200	200			
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150				143	100		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			100	100	100			
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420			Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 3393							Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460								
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 53							Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 56								
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99			Canto útil a cara superior, d (mm) = 1147							Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56								
			Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0030							Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048								
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA													3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO					
2.1. Inercia homogeneizada.													3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.					
Área (mm²)		y cdg (mm)	A*y (mm³)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)		Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 922.00										
Hormigón = 1200000		600	7.200E+08	7	1.440E+11	5.866E+07		Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 458.00										
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	2.449E+06	-537	0.000E+00	1.257E+10		LA SECCIÓN NO FISURA										
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 27105		1147	3.110E+07	554	0.000E+00	8.328E+09												
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 593												3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.						
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.650E+11												Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00						
2.1. Inercia fisurada.													Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00					
Auxiliar, p/p = 1.609												3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.						
Auxiliar, d/d = 0.049												Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =						
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.172												Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =						
Área (mm²)		y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm³)		Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =											
Hormigón = 197784		99	-99	6.448E+08	1.934E+09		Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =											
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	-142	0.000E+00	8.749E+08													
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 27105		1147	950	0.000E+00	2.444E+10													
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 198																		
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 2.789E+10																		

Se obtiene una tensión en el armado inferior a $0,6 \cdot f_y$, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa L2 de 1.20m de canto. Zona B.

Para la sección de centro luz del vano del pozo de ataque y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA INTERMEDIAL 2									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.2. Armado Tracción de la sección.			CAPA 1 CAPA 2 CAPA 3			1.3. Armado Compresión de la sección.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #8			0 0 0			Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Agrupaciones de las barras = 1			1 1 1			Agrupaciones de las barras = 1	
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7			7 7 10			Nº de barras por capa de armado = 7	
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 3393			0 0 0			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---			80 80 80			vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---	
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120 200			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 53			120 200			Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 56	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			143 100			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 3393						Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 53						Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 56	
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1147						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0030						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048	
2. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO									
2.1. Inercia homogeneizada.									
Hormigón = 1200000		600	7.200E+08	7	1.440E+11	5.866E+07			
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	2.449E+06	-537	0.000E+00	1.257E+10			
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 27105		1147	3.110E+07	554	0.000E+00	8.328E+09			
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 593									
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.650E+11									
2.1. Inercia fisurada.									
Auxiliar, p/p = 1.609									
Auxiliar, d'/d = 0.049									
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.172									
		Área (mm²)	y cdg	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm³)			
Hormigón = 197784		99	-99	6.448E+08	1.934E+09				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	-142	0.000E+00	8.749E+08				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 27105		1147	950	0.000E+00	2.444E+10				
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 198									
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 2.789E+10									
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.									
Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 922.00									
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 458.00									
LA SECCIÓN NO FISURA									
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.									
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00									
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00									
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.									
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =									
Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =									
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =									
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =									

Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6·f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Para la sección de apoyo el momento en situación de servicio se obtiene:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA INTERMEDIA L2									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA 1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9			0	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1	
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7			7	7	10	Nº de barras por capa de armado = 7	
		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 4300			0	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460	
1.2. Características de los materiales.		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---			80	80	80	vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40	
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396		Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 54			120	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, f _{mec} (mm) = 56	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			143	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 4300						Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 54						Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mec} (mm) = 56	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1146						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0038						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048	
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm²)	y cdg (mm)	A*y (mm³)	Brzo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brzo² (mm⁴)	3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO	
Hormigón = 1200000		600	7.200E+08	4		1.440E+11	1.820E+07	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.	
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	2.449E+06	-540		0.000E+00	1.272E+10	Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 939.00	
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 34347		1146	3.935E+07	550		0.000E+00	1.037E+10	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 813.00	
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 596								LA SECCIÓN NO FISURA	
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.671E+11								3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.	
2.1. Inercia fisurada.								Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00	
Auxiliar, p/p = 1.270								Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00	
Auxiliar, d/d = 0.049								3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.	
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fis} /d = 0.193								Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =	
		Área (mm²)	y cdg (mm)	Brzo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brzo² (mm⁴)		Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =	
Hormigón = 221497		111	-111	9.056E+08	2.717E+09			Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =	
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56	-165	0.000E+00	1.192E+09			Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =	
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 34347		1146	924	0.000E+00	2.933E+10				
Fibra neutra fisuración, x _{fis} (mm) = 221									
Inercia fisurada de la sección, I _{fis} (mm⁴) = 3.415E+10									

Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6·f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

Para la sección de centro luz del vano de línea y el momento en situación de servicio se obtiene:

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FUSURACIÓN SEGÚN CAP. 10 DE LA ACI 318-08									
LOSA INTERMEDIA L2									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.			1.3. Armado Tracción de la sección.			1.3. Armado Compresión de la sección.			
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000			Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #8 0 0			Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10 0 0			
Altura de la sección, h (mm) = 1 200			Agrupaciones de las barras = 1 1 1			Agrupaciones de las barras = 1 1 1			
Recubrimiento lateral, c _{lm} (mm) = 0			Nº de barras por capa de armado = 7 7 10			Nº de barras por capa de armado = 7 10 10			
1.2. Características de los materiales.			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 3393 0 0			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460 0 0			
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = -- 80 80			vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = -- 80 80			
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200			
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291			Recubrimiento mecánico por capa, f _{mecc} (mm) = 53 120 200			Recubrimiento mecánico por capa, f _{mecc} (mm) = 56 120 200			
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 143 100			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 100 100			
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000			Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 3393			Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460			
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99			Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mecc} (mm) = 53			Recubrimiento mecánico equivalente, f _{mecc} (mm) = 56			
			Canto útil a cara superior, d (mm) = 1147			Canto útil a cara superior, d' (mm) = 51			
			Cuantía de acero traccionado, p = 0.0030			Cuantía de acero traccionado, p' = 0.0048			
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FUSURADA									
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO									
2.1. Inercia homogeneizada.					3.1. Momento de fusuración y momento de servicio.				
Hormigón = 1200000 600 7.200E+08 7 1.440E+11 5.866E+07					Momento de fusuración de la sección, M _{1/8} (kNm) = 922.00				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612 56 2.449E+06 -537 0.000E+00 1.257E+10					Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 510.00				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 27105 1147 3.110E+07 554 0.000E+00 8.328E+09					LA SECCIÓN NO FUSURA				
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 593					3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.				
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.650E+11					Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00				
2.1. Inercia fusurada.					Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{clim} (MPa) = 18.00				
Auxiliar, p/p = 1.609					3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.				
Auxiliar, d/d = 0.049					Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =				
Profundidad relativa fibra neutra fusurada, x _{fs} /d = 0.172					Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =				
Área (mm²) y cgd Brazo (mm) l cgd (mm⁴) A"brazo"2 (mm³)					Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =				
Hormigón = 197784 99 -99 6.448E+08 1.934E+09					Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612 56 -142 0.000E+00 8.749E+08									
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 27105 1147 950 0.000E+00 2.444E+10									
Fibra neutra fusuración, x _{fs} (mm) = 198									
Inercia fusurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 2.789E+10									

Se obtiene una tensión en el armado inferior a $0,6 \cdot f_y$, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa L3 de 1.20m de canto.

Para la sección de centro luz y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSAINTERMEDIAL3									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.2. Armado Tracción de la sección.			CAPA1 CAPA 2 CAPA 3		1.3. Armado Compresión de la sección.		
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #11 0 0					Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10 0 0		
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Agrupaciones de las barras = 1 1 1					Agrupaciones de las barras = 1 1 1		
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7 7 10					Nº de barras por capa de armado = 7 10 10		
		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6707 0 0					Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460 0 0		
1.2. Características de los materiales.		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --- 80 80					vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --- 80 80		
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200					Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200		
Resist. A la tracción, f _r (MPa) = 3.396		Recubrimiento mecánico por capa, f _{rec} (mm) = 58 120 200					Recubrimiento mecánico por capa, f _{rec} (mm) = 56 120 200		
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 143 100					Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 100 100		
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 6707					Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 5460		
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Recubrimiento mecánico equivalente, f _{rec} (mm) = 58					Recubrimiento mecánico equivalente, f _{rec} (mm) = 56		
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1142					Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56		
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0059					Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0048		
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm²) y cdg A*y (mm³)		Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm⁴)			
Hormigón = 1200000		600 7.200E+08		-4	1.440E+11	2.020E+07			
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56 2.449E+06		-548	0.000E+00	1.309E+10			
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 53570		1142 6.118E+07		538	0.000E+00	1.551E+10			
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 604									
ercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.726E+11									
2.1. Inercia fisurada.									
Auxiliar, p/p = 0.814									
Auxiliar, d/d = 0.049									
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fis} /d = 0.239									
		Área (mm²) y cdg (mm)		I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm³)				
Hormigón = 272557		136 -136		1.687E+09	5.062E+09				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 43612		56 -216		0.000E+00	2.042E+09				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 53570		1142 870		0.000E+00	4.050E+10				
Fibra neutra fisuración, x _{fis} (mm) = 273									
Inercia fisurada de la sección I _f (mm⁴) = 4.930E+10									
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO									
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.									
Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 983.00									
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1600.00									
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.									
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00									
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00									
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.									
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 8.85							OK		
Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) = 56.10							OK		
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 225.43							OK		
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 225.43							OK		

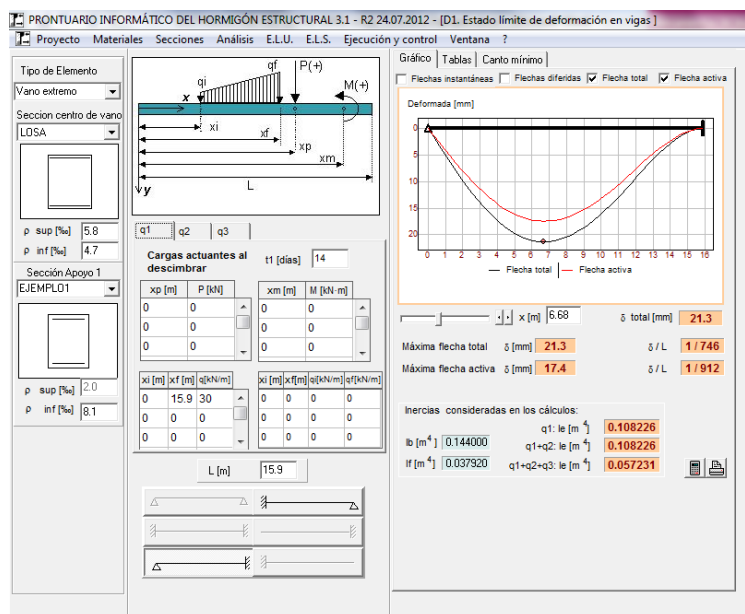
Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6·f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

6.6. DEFORMACIONES

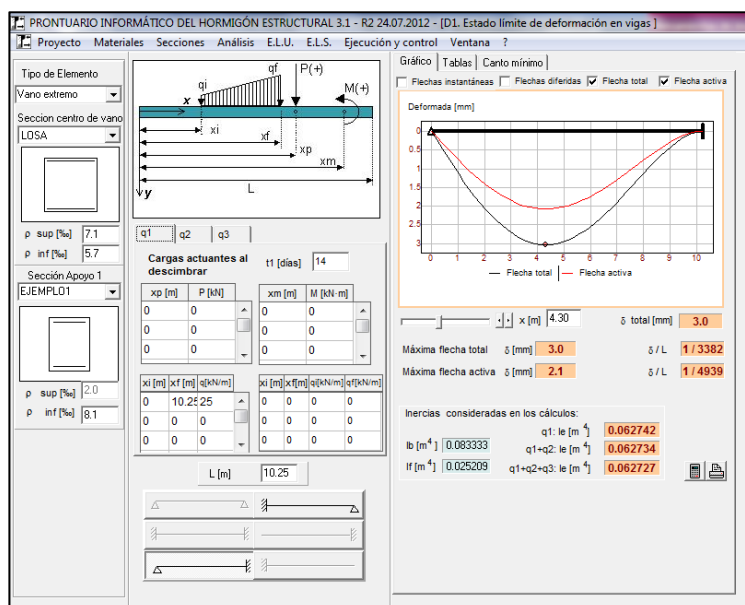
Losa L2 de 1.20m de canto.

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 21mm, que corresponde a una relación flecha/luz de 1/746, adecuada para la losa de acceso rodado en los vanos iniciales.

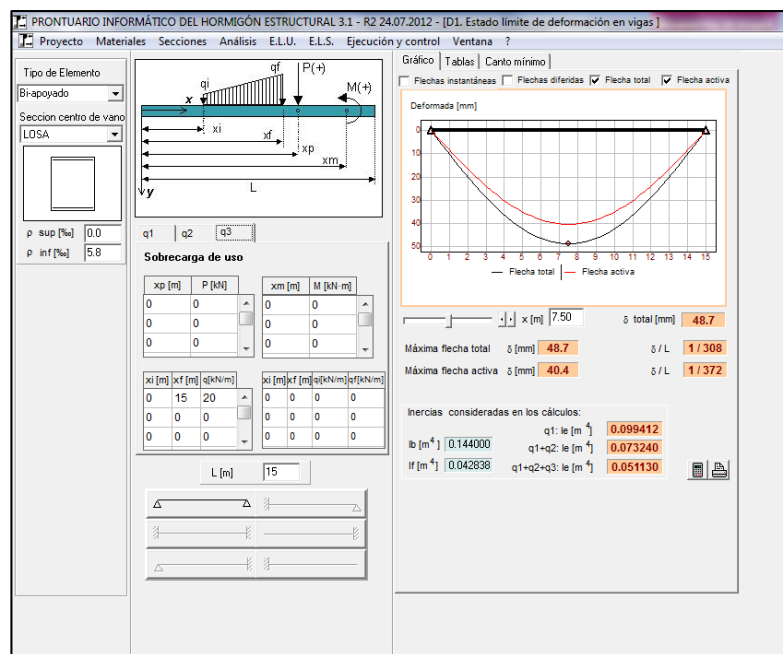


10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 3mm, que corresponde a una relación flecha/luz de 1/3382, adecuada para la losa de acceso rodado en los vanos intermedios y finales.

Losa L3 de 1.20m de canto.

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

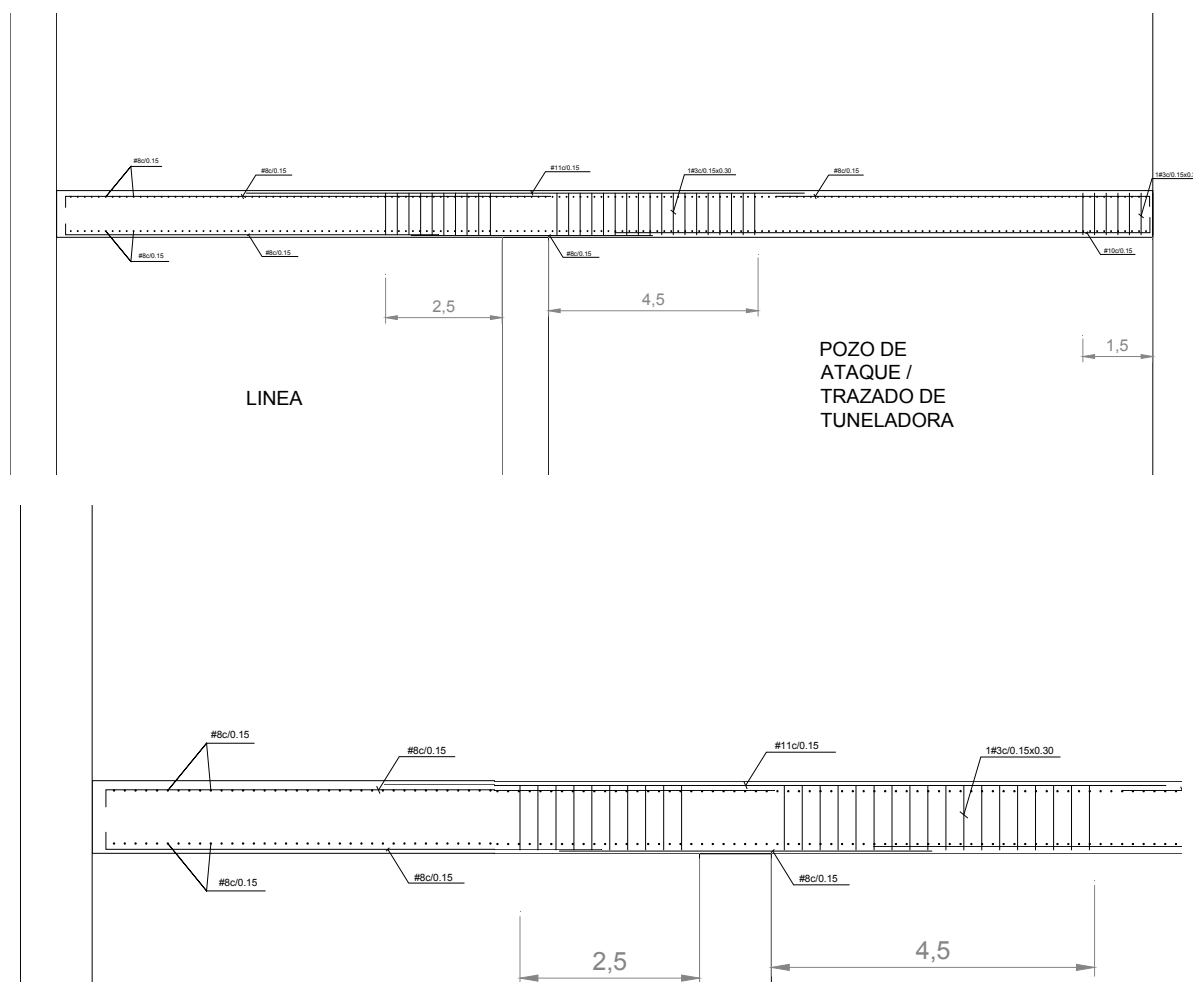


10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

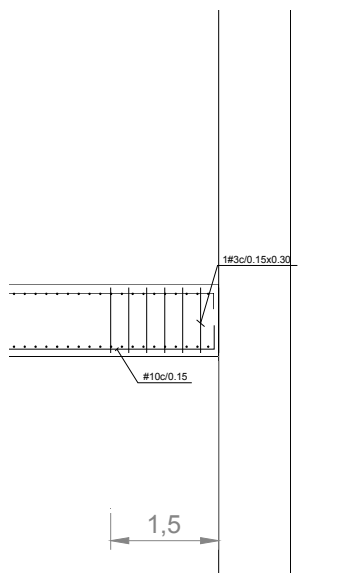
6.7. ESQUEMA DE ARMADO

Losa L2 de 1.20m de canto en zona A.

Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:

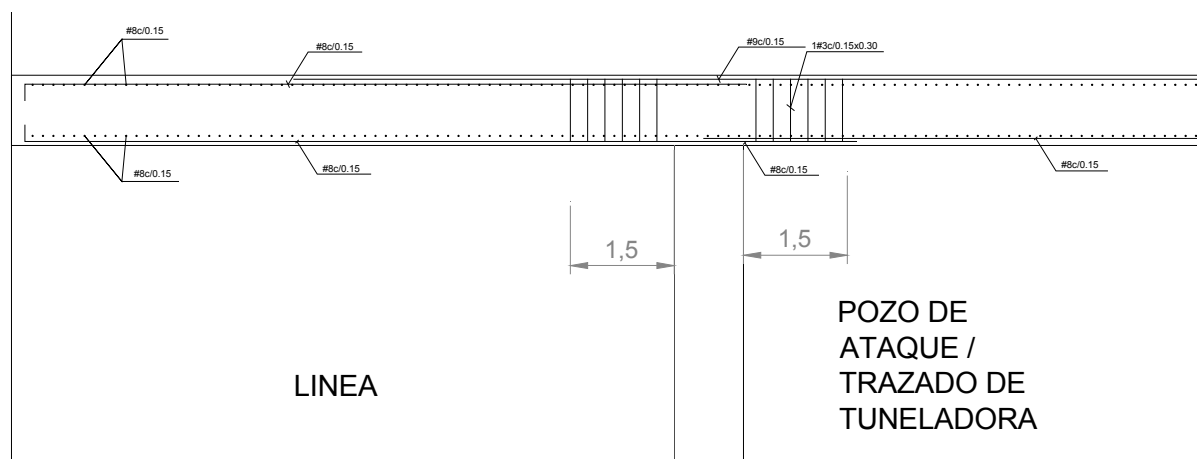


10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Losa L2 de 1.20m de canto en zona B.

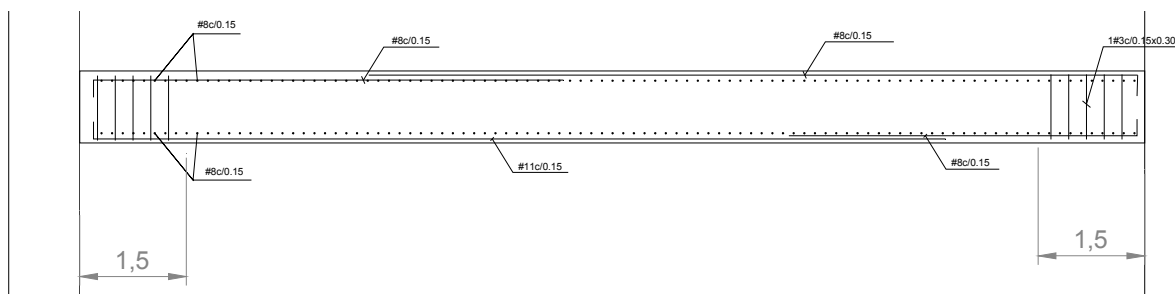
Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa L3 de 1.20m.

Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:



7. DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA DE ACCESO PEATONAL A ESTACIÓN NORMAL

La losa de acceso peatonal, interior a la trinchera de Zapopan, que conecta el CETRAM con la Estación Normal cuenta con unas dimensiones en planta de 40,00 x 15 m., y un canto de 1,20 m. A efectos de cálculo se ha considerado biapoyada en ambos extremos en las pantallas laterales de la trinchera.

7.1. CARGAS CONSIDERADAS

Las cargas consideradas para el cálculo de la losa peatonal, son las siguientes:

- Peso propio de la losa, $DC = 1,20 \cdot 25 = 30 \text{ kN/m}^2$.
- Carga muerta, $DW = 2 \text{ kN/m}^2$.
- Sobrecarga de uso peatonal, $PL = 7,5 \text{ kN/m}^2$.

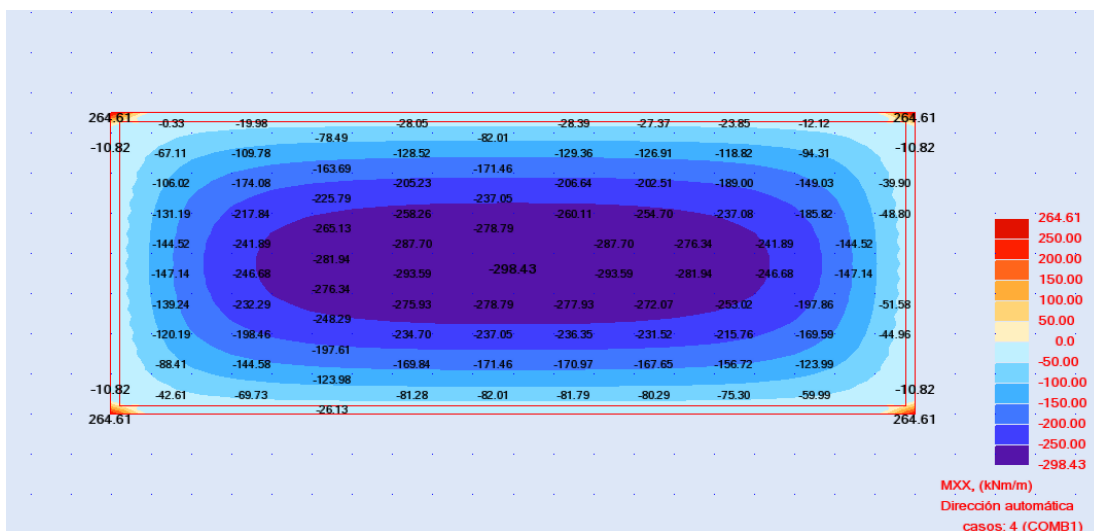
Combinaciones de carga según la ASSHTO:

- Resistencia I (COMB1) $= 1,25 DC + 1,50 DW + 1,75 PL = 1,25 \cdot 30 + 1,50 \cdot 2 + 1,75 \cdot 7,5 = 53,62 \text{ kN/m}^2$.
- Servicio I (COMB2) $= 1,00 DC + 1,00 DW + 1,00 PL = 1,00 \cdot 30 + 1,00 \cdot 2 + 1,00 \cdot 7,5 = 39,5 \text{ kN/m}^2$.

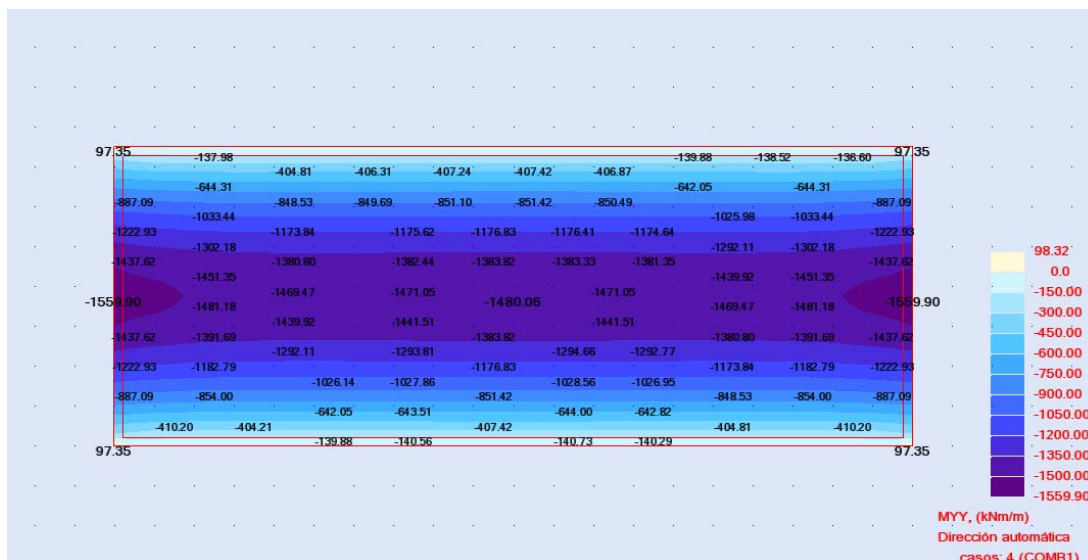
7.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO

Para la hipótesis Resistencia I se obtienen los siguientes mapas de esfuerzos:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

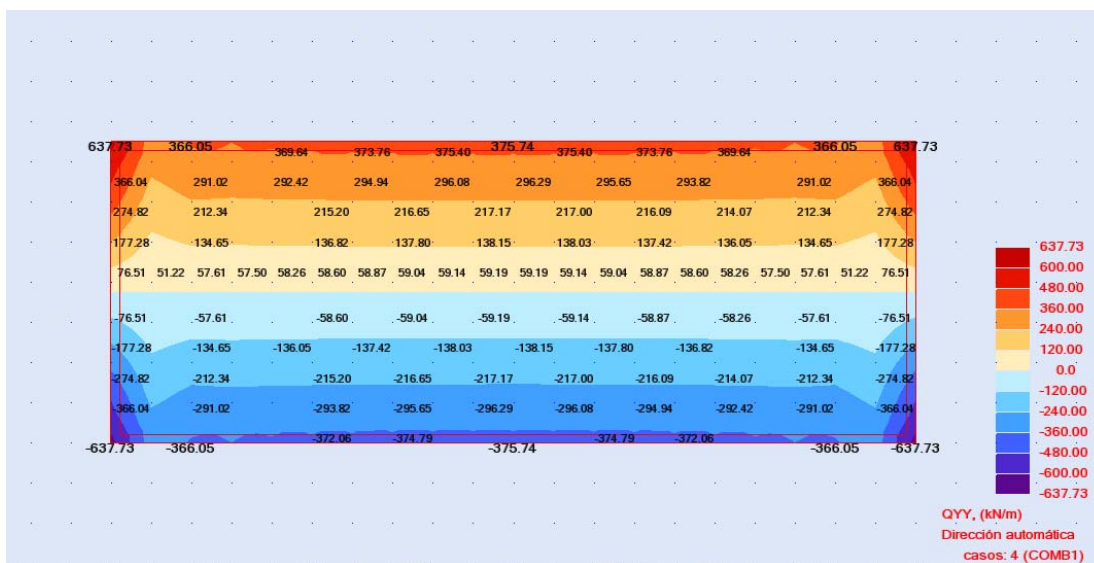


Momentos flectores Mxx para la hipótesis Resistencia I (ELU)



Momentos flectores Myy para la hipótesis Resistencia I (ELU)

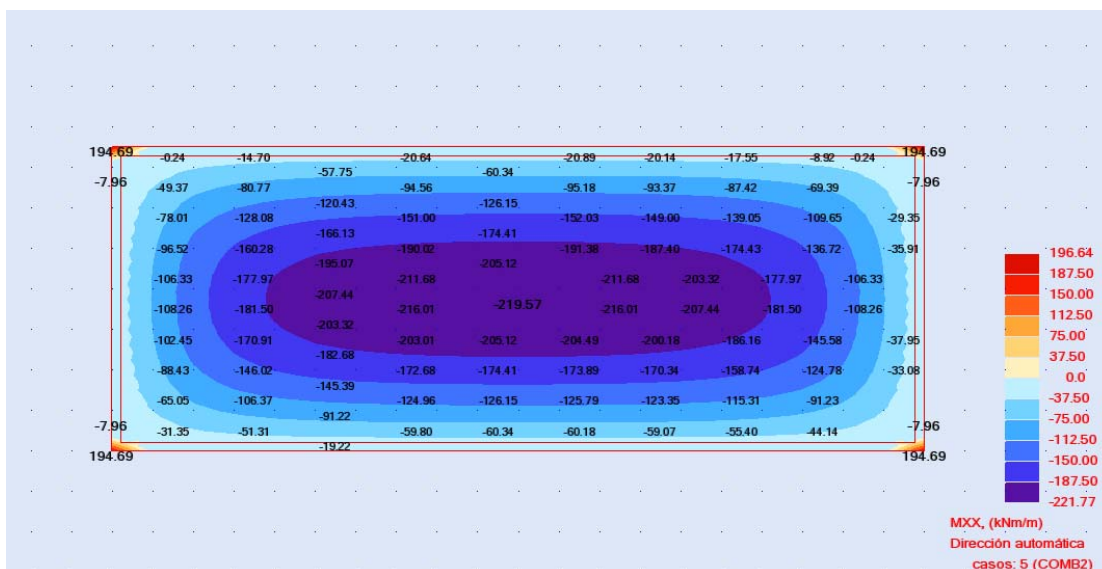
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



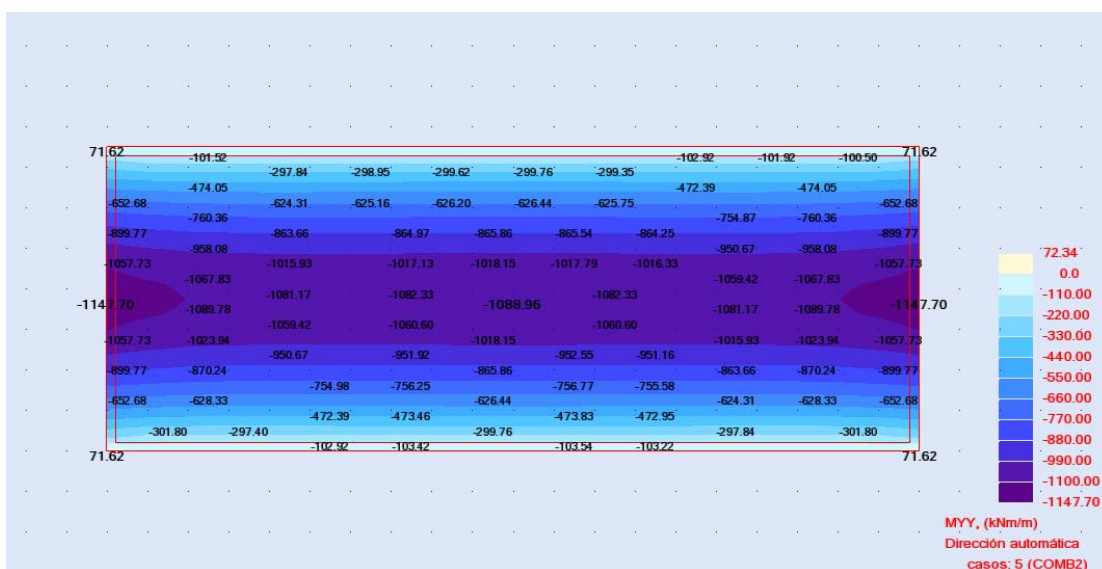
Esfuerzos cortantes Q_{yy} para la hipótesis Resistencia I (ELU)

Para la hipótesis Servicio I se obtienen los siguientes mapas de esfuerzos:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Momentos flectores Mxx para la hipótesis Servicio I (ELS)



Momentos flectores Myy para la hipótesis Servicio I (ELS)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

7.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA PEATONAL ACCESO ESTACIÓN NORMAL		H=1,2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	0.00
Altura de la sección, h (mm) =	1 200	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	298.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 150	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	298.00
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	15
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Compresión en cara superior, C (kN) =	319.04
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-319.04
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t =	0.004	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	7.60
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00
1.3. Límites de dimensionamiento.		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) =	493	Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	38.33
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) =	9915.55	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	9.16
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	431	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	21.60
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	676	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	21.60
		Armado a compresión necesario, A' _s (cm ²) =	0.00

Momento último M_{xxd} = 298 KN.m

Cuantía necesaria (A_s) en cara inferior en sentido longitudinal A_s = 21,60 cm²

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA PEATONAL ACCESO ESTACIÓN NORMAL H=1,2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = 0.00	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200		Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 1559.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82	
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 150		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL ITERACIÓN	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) = 1559.00	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c = 0.003		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 80	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η = 0.850		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ = 0.836		Compresión en cara superior, C (kN) = 1709.83	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -1709.83	
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t = 0.004		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) = 200 000		Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 40.71	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) = 0.00	
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) = 493		3.4. Cálculo armados mínimos.	
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) = 9915.55		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) = 38.33	
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) = 431		Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) = 38.33	
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) = 676		Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) = 21.60	
		Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) = 40.71	
		Armado a compresión necesario, A _s ' (cm ²) = 0.00	

Momento último M_{xxd}= 1559 KN.m

Cuantía necesaria (A_s) en cara inferior en sentido transversal A_s= 38,33 cm²

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

7.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA PEATONAL H=1,2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1200 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1150 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 52 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.5217 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 375.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1070.80 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1096.21 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente V_u^*d/M_u = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1826.65 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1070.80 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 0.00 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 58

Cortante último Q_{yyd} = 375 KN.

No es necesario disponer armadura de cortante.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

7.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08											
LOSA PEATONAL ACCESO ESTACIÓN NORMAL. H= 1.2 m											
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.											
1.1. Geometría de la sección.			1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA 1		CAPA 2		CAPA 3	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000			Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10			0		0		0	
Altura de la sección, h (mm) = 1 200			Agrupaciones de las barras = 1			1		1		1	
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0			Nº de barras por capa de armado = 7			10		10		10	
			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5459			0		0		0	
1.2. Características de los materiales.			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --			80		80		80	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120		200		200	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396			Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 56			120		200		200	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			100		100		100	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420			Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 5459			0		0		0	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 56			120		200		200	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99			Canto útil a cara superior, d (mm) = 1144			0		0		0	
			Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0048			0		0		0	
			Canto útil a cara superior, d' (mm) = 53			0		0		0	
			Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0030			0		0		0	
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA											
2.1. Inercia homogeneizada.											
		Área (mm²)	y cdg (mm)	A'y (mm³)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm³)				
Hormigón		1200000	600	7.200E+08	-7	1.440E+11	5.865E+07				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		27102	53	1.428E+06	-554	0.000E+00	8.327E+09				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		43608	1144	4.988E+07	537	0.000E+00	1.257E+10				
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 607											
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 1.650E+11											
2.1. Inercia fisurada.											
Auxiliar, p/p = 0.621											
Auxiliar, d/d = 0.046											
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.225											
		Área (mm²)	y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm⁴)	A*brazo² (mm³)					
Hormigón		257343	129	-129	1.420E+09	4.261E+09					
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		27102	53	-205	0.000E+00	1.135E+09					
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		43608	1144	887	0.000E+00	3.427E+10					
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 257											
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 4.109E+10											
3. LÍMITES DE TENSION EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO											
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.											
Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 944.00											
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1148.00											
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.											
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00											
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00											
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.											
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 7.19								OK			
Tensión Compresión en armado superior, σ _s ' (MPa) = 45.67								OK			
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 197.85								OK			
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 197.85								OK			

M_{yy} (ELS) = 1148 KN.m

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08																										
LOSA DE FONDO																										
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.																										
1.1. Geometría de la sección.			1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA 1			CAPA 2			CAPA 3			1.3. Armado Compresión de la sección.			CAPA 1			CAPA 2			CAPA 3		
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000			Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10			0			0			0			Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #8			0			0			0		
Altura de la sección, h (mm) = 1 200			Agrupaciones de las barras = 1			1			1			1			Agrupaciones de las barras = 1			1			1			1		
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0			Nº de barras por capa de armado = 7			10			10			10			Nº de barras por capa de armado = 7			10			10			10		
1.2. Características de los materiales.			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460			0			0			0			Área de armado por capa, A _s (mm²) = 3393			0			0			0		
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --			80			80			80			Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --			80			80			80		
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120			200			200			Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120			200			200		
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291			Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 56			120			200			200			Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 53			120			200			200		
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			100			100			100			Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150			100			100			100		
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000			Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 5460			0			0			0			Área de acero comprimida, A _s ' (mm²) = 3393			0			0			0		
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 56			120			200			200			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 53			120			200			200		
			Canto útil a cara superior, d (mm) = 1144			0			0			0			Canto útil a cara superior, d' (mm) = 53			0			0			0		
			Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0048			0			0			0			Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0030			0			0			0		
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA												3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO														
2.1. Inercia homogeneizada.												3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.														
Hormigón = 1200000 600 7.200E+08 -7 1.440E+11 5.868E+07												Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 944.00														
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27102 53 1.428E+06 -554 0.000E+00 8.327E+09												Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 220.00														
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612 1144 4.989E+07 537 0.000E+00 1.257E+10												LA SECCIÓN NO FISURA														
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 607												3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.														
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 1.650E+11												Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00														
2.1. Inercia fisurada.												Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00														
Auxiliar, p/ρ = 0.621												3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.														
Auxiliar, d'/d = 0.046												Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =														
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.225												Tensión Compresión en armado superior, σ _s ' (MPa) =														
Área (mm ²) y cdg (mm) Brazo (mm) I cdg (mm ⁴) A*brazo ² (mm ³)												Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =														
Hormigón = 257354 129 -129 1.420E+09 4.261E+09												Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =														
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27102 53 -205 0.000E+00 1.135E+09																										
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612 1144 886 0.000E+00 3.427E+10																										
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 257																										
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm ⁴) = 4.109E+10																										

M_{xx} (ELS) = 220 KN.m

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

7.6. DIMENSIONAMIENTO A RASANTE

Considerando una rugosidad baja, del lado de la seguridad, se obtiene el armado de las barras de conexión entre losa y pantalla.

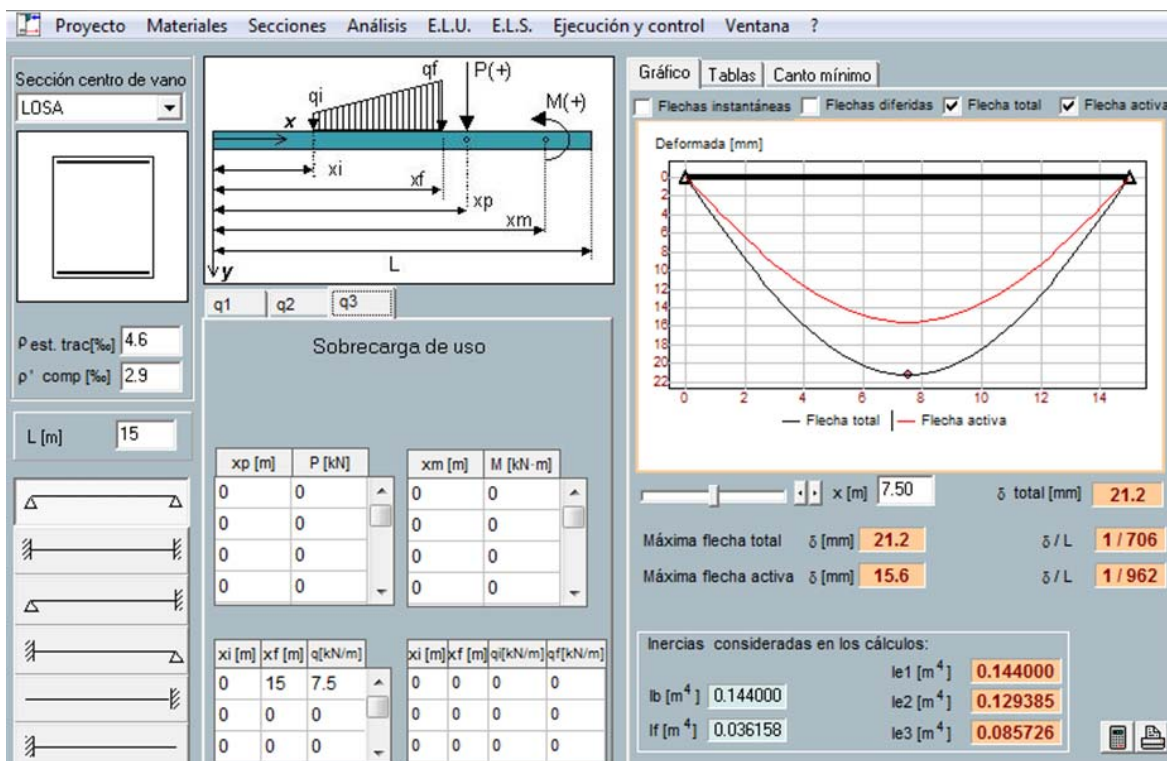
RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN LOSA - PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.2
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	1.2
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	1200000
V_d (kN) =	370
P_d (kN)	0
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Área de armado en junta, A_v (mm ²)	3217
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1 050.68
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	6 600.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	788.01

DIMENSIONAMIENTO CORRECTO

7.7. DEFORMACIONES

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

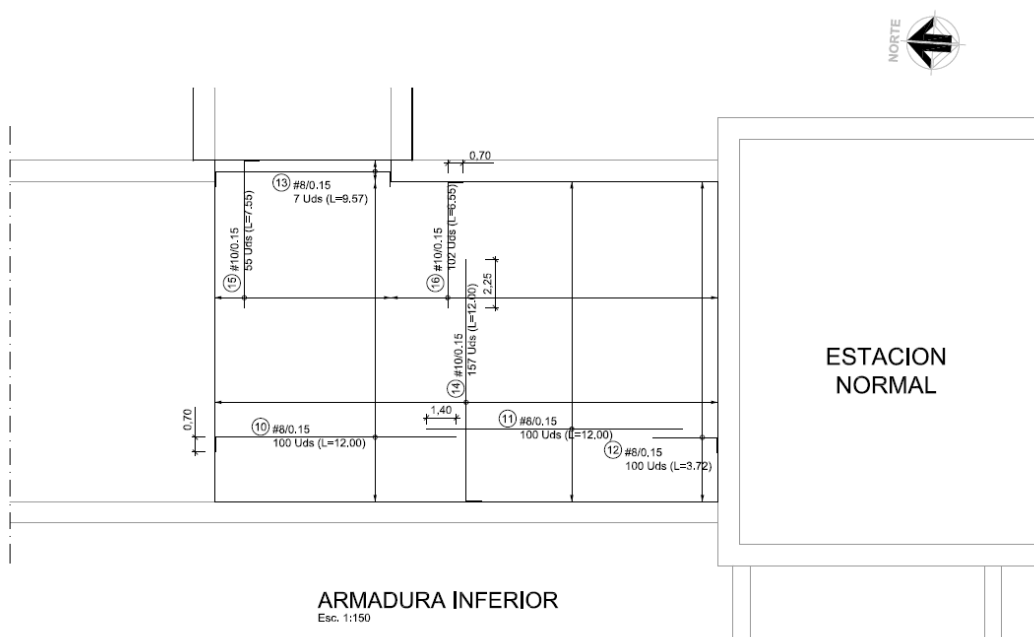
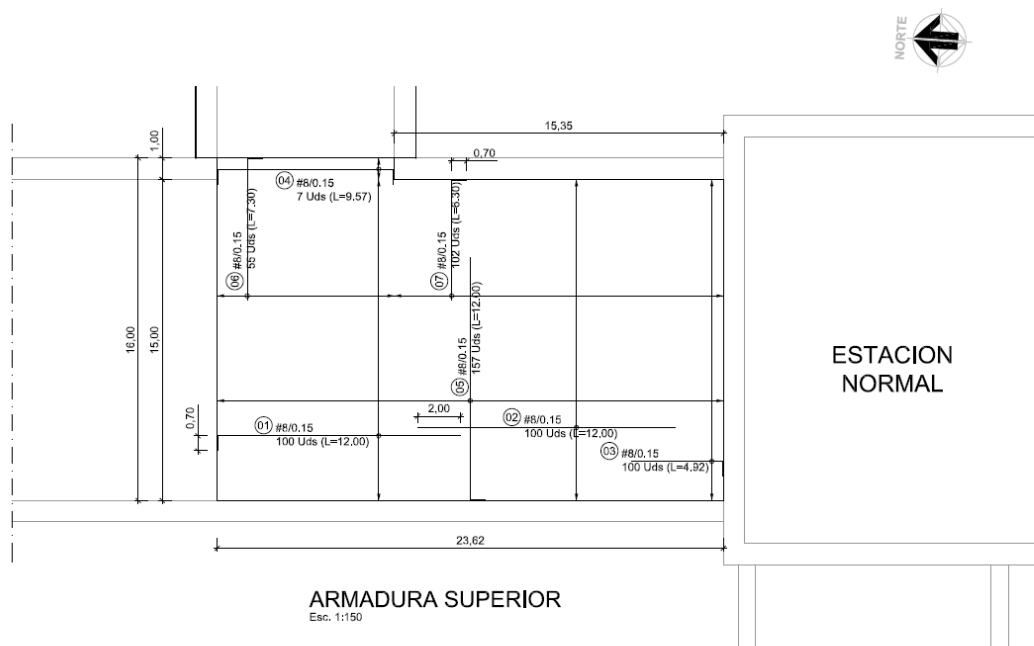


Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 21,2 mm.

7.8. ESQUEMA DE ARMADO

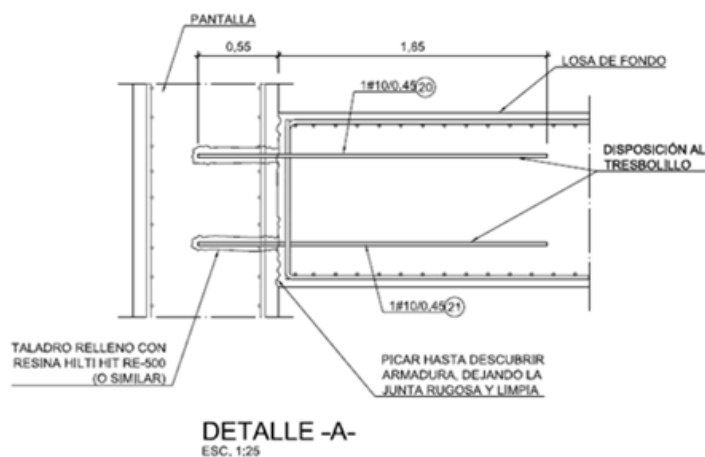
Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

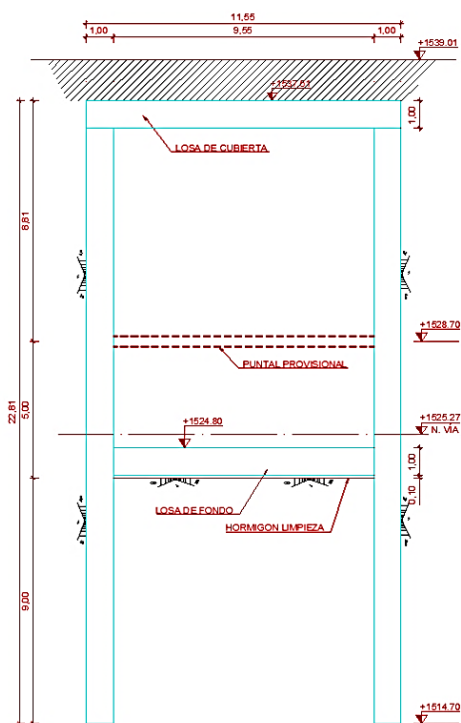


10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8. DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA DE FONDO

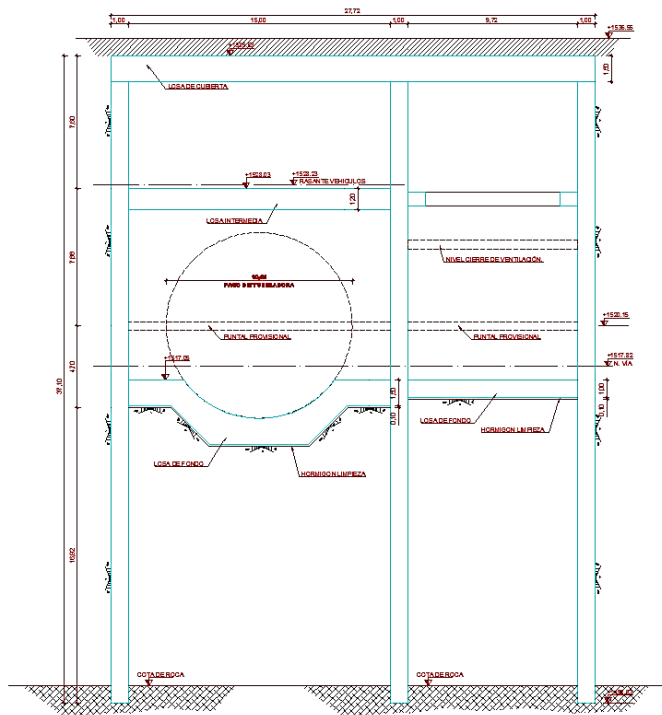
8.1. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA DE LA SOLERA

Se proponen tres secciones distintas de losa de fondo para cada uno de los tramos diferenciados en la trinchera de Zapopan.

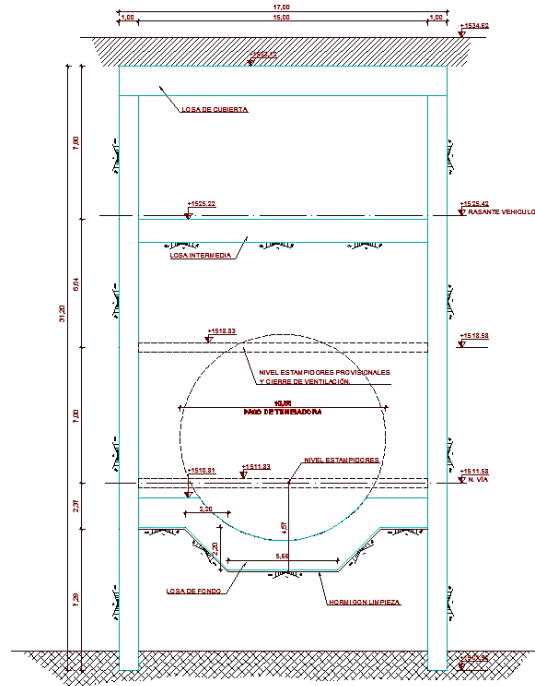


Sección tipo- **tramo 1**

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Sección tipo- **tramo 2**



Sección tipo- **tramo 3**

8.2. PREDIMENSIONAMIENTO MODELO TIPO BARRAS

Las losas de fondo tienen diferentes luces y tipologías por tramos. Se han diferenciado tres tramos. En todos ellos se trata de una losa apoyada sobre el terreno y anclada lateralmente entre las dos alineaciones de pilotes o pantallas según el tramo. Se pueden estudiar como vigas biapoyadas entre las dos filas de pantallas, considerando una luz de cálculo igual a la separación interior entre pantallas.

Para el correcto dimensionamiento de la losa, se debe tener en cuenta su interacción con la pantalla. Dicha interacción se modeliza mediante una unión simple para los movimientos verticales y un muelle para los movimientos horizontales. La constante de dicho muelle se obtiene del cálculo de las pantallas, para lo cual hay que proporcionar la rigidez horizontal de la losa.

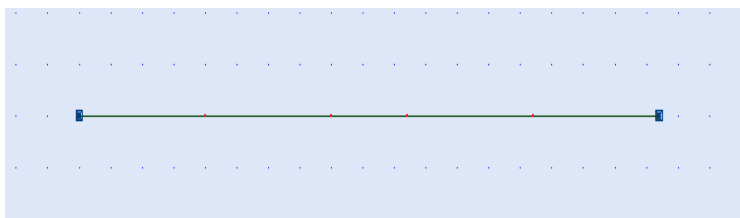
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Así pues, el primer paso es obtener la rigidez horizontal de la losa K_n , que se utilizará en el cálculo de las pantallas. Para obtenerlo se consideran modelos de cálculo de barras, para cada una de las secciones tipo.

Los **modelos de cálculo** considerados así como la tipología de cada una de las losas se muestran en las figuras siguientes:

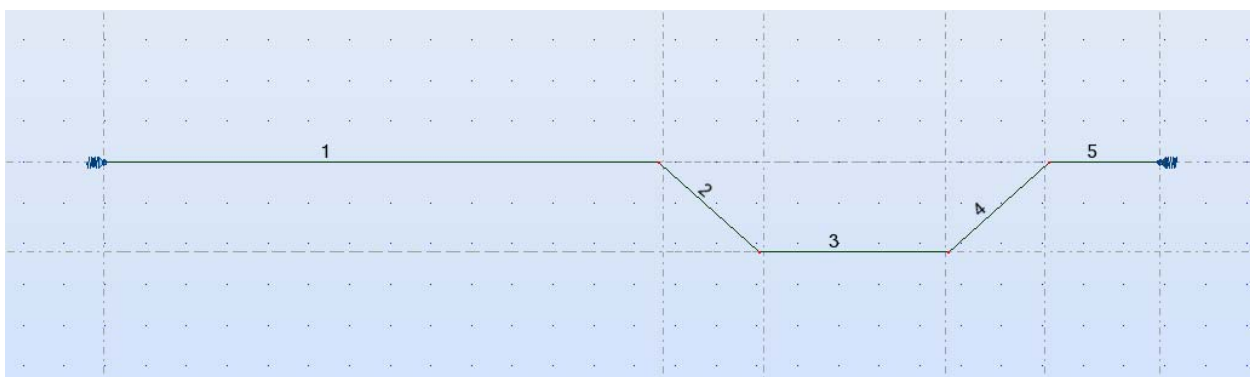
Losa S1 de 1.00m de canto

Se considera para el cálculo una viga biapoyada de 9.55 metros de luz (la máxima en el tramo 1), con 1 metro de ancho y 1 metro de canto.



Losa S2 de 2.00m de canto

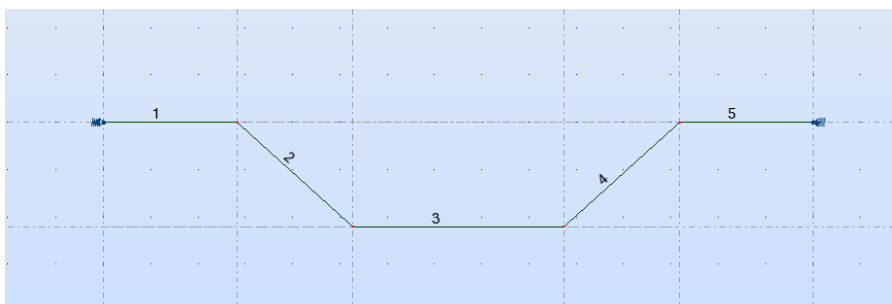
Se considera para el cálculo la sección crítica de mayor luz, por lo que se analiza una viga biapoyada de 26.10 metros de luz según la geometría indicada, con un ancho de 1 metro y 2 metros de canto.



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3 de 1.50m de canto

Se considera para el cálculo una viga biapoyada de 15.00 metros de luz según la geometría indicada, con 1 metro de ancho y 1.5 metros de canto.

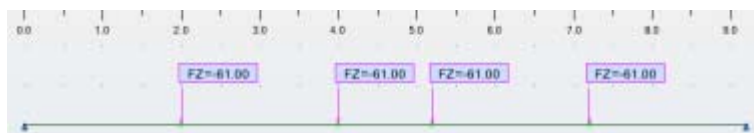


8.2.1. Cargas consideradas y combinaciones

Losa S1 de 1.00m de canto

Según se ha indicado en los apartados anteriores, las cargas consideradas son las siguientes:

- Peso propio de la losa, DC = 25 kN/m².
- Subpresión del agua, WA = -130 kN/m².
- Sobrecarga vehicular del tren, LL = 122/2 = 61 kN/m. (Distribuidos según esquema).



Para la hipótesis 1 se tienen las siguientes combinaciones de cargas:

- Comb. Resistencia I = 0,90*DC + 1,00*(WA) = 0,90*25 + 1,00*(-150) = -127.5 kN/m².
- Comb. Servicio I = DC + WA = 25 -130 = -105 kN/m².

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Para el análisis del ELU, se ha incrementado la altura de agua del NF en 2,0 m para cubrir posibles variaciones en dicho nivel.

Para la hipótesis 2 se tienen las siguientes combinaciones de cargas:

- Comb. Resistencia I = $1,25 \cdot DC + 1,75 \cdot LL$.
- Comb. Servicio I = $DC + LL$.

Losa S2 de 2.00m de canto

Las cargas consideradas son las siguientes:

- Peso propio de la losa, $DC = 50 \text{ kN/m}^2$.
- Subpresión del agua, $WA = -146 \text{ kN/m}^2$ y -168 kN/m^2 , en la parte más profunda.
- Carga que transmite pantalla a la losa EH = 1246 KN

Para el análisis del ELU, se ha incrementado en 2,0 m la altura de agua del NF para cubrir posibles variaciones en dicho nivel. Por lo tanto, se consideran los siguientes valores de cálculo: $WA = -166 \text{ kN/m}^2$ y -188 kN/m^2 , en la parte más profunda

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

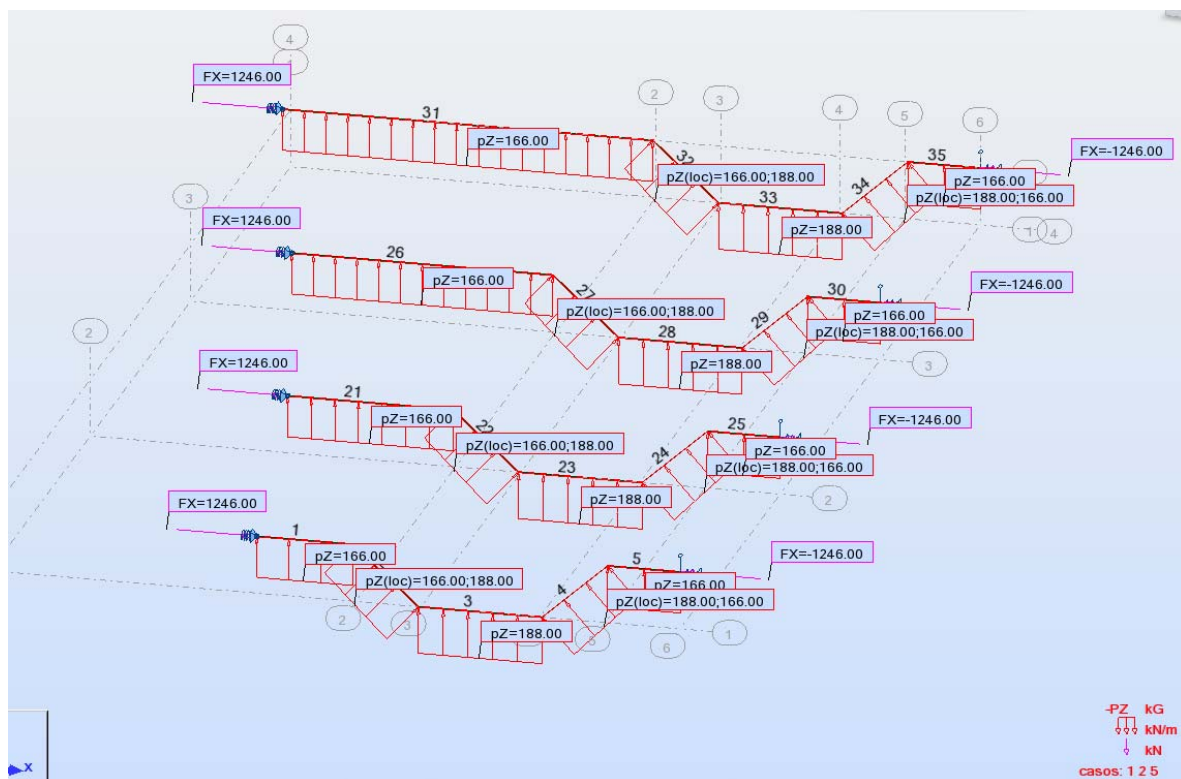


Diagrama de subpresiones (WA) y carga transmitida por la pantalla (EH), para la losa de fondo S2

SECCIÓN 1

SECCIÓN 2

SECCIÓN 3

SECCIÓN 4

Combinaciones de cargas para la hipótesis de actuación de la subpresión:

- Comb. Resistencia I = $0,90 \cdot DC + 1,00 \cdot (WA)$
- Comb. Servicio I = $DC + WA$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3 de 1.50m de canto

Las cargas consideradas son las siguientes:

- Peso propio de la losa, DC = 37,5 kN/m².
- Subpresión del agua, WA = -140 kN/m² y -162 kN/m², en la parte más profunda
- Carga que transmite pantalla a la losa EH = 1012 KN

Para el análisis del ELU, se ha incrementado en 2,0 m la altura de agua del NF para cubrir posibles variaciones en dicho nivel. Por lo tanto, se consideran los siguientes valores de cálculo: WA = -160 kN/m² y -182 kN/m², en la parte más profunda

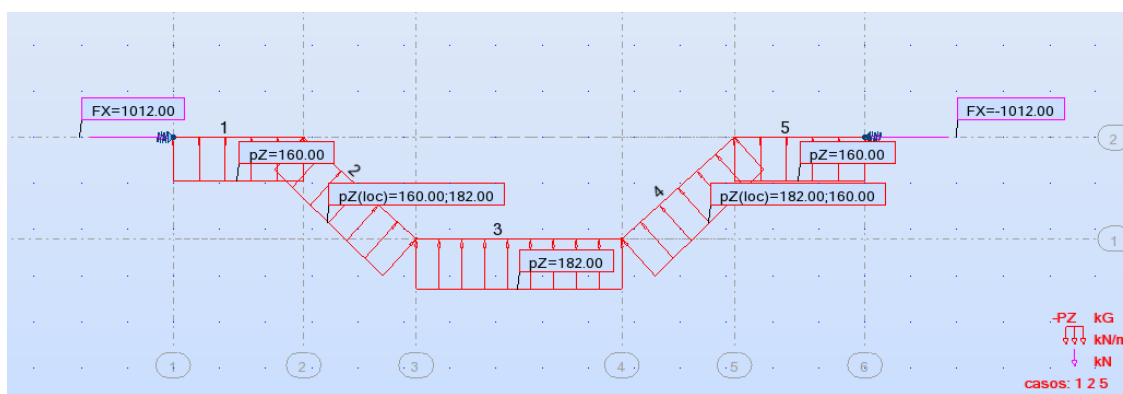


Diagrama de subpresiones (WA) y carga transmitida por la pantalla (EH), para la losa de fondo S3

Combinaciones de cargas para la hipótesis de actuación de la subpresión:

- Comb. Resistencia I = 0,90*DC + 1,00*(WA)
- Comb. Servicio I = DC + WA

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN****DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN**

8.2.2. Esfuerzos de cálculo**Losa S1 de 1.00m de canto**

Para la hipótesis 1 se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz:

$$M_d^{CL} = \frac{-127.5 \cdot 9.55^2}{8} = -1453 \text{ kNm/m}$$

- Cortante de cálculo en apoyo:

$$V_d^A = \frac{-127.5 \cdot 9.55}{2} = -609 \text{ kN/m}$$

- Momento de servicio en centro luz:

$$M_k^{CL} = \frac{-105 \cdot 9.55^2}{8} = -1197 \text{ kNm/m}$$

Para la hipótesis 2 se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo, considerando un coeficiente de balasto bajo la losa de 25.000 kN/m³. (Caso pésimo)

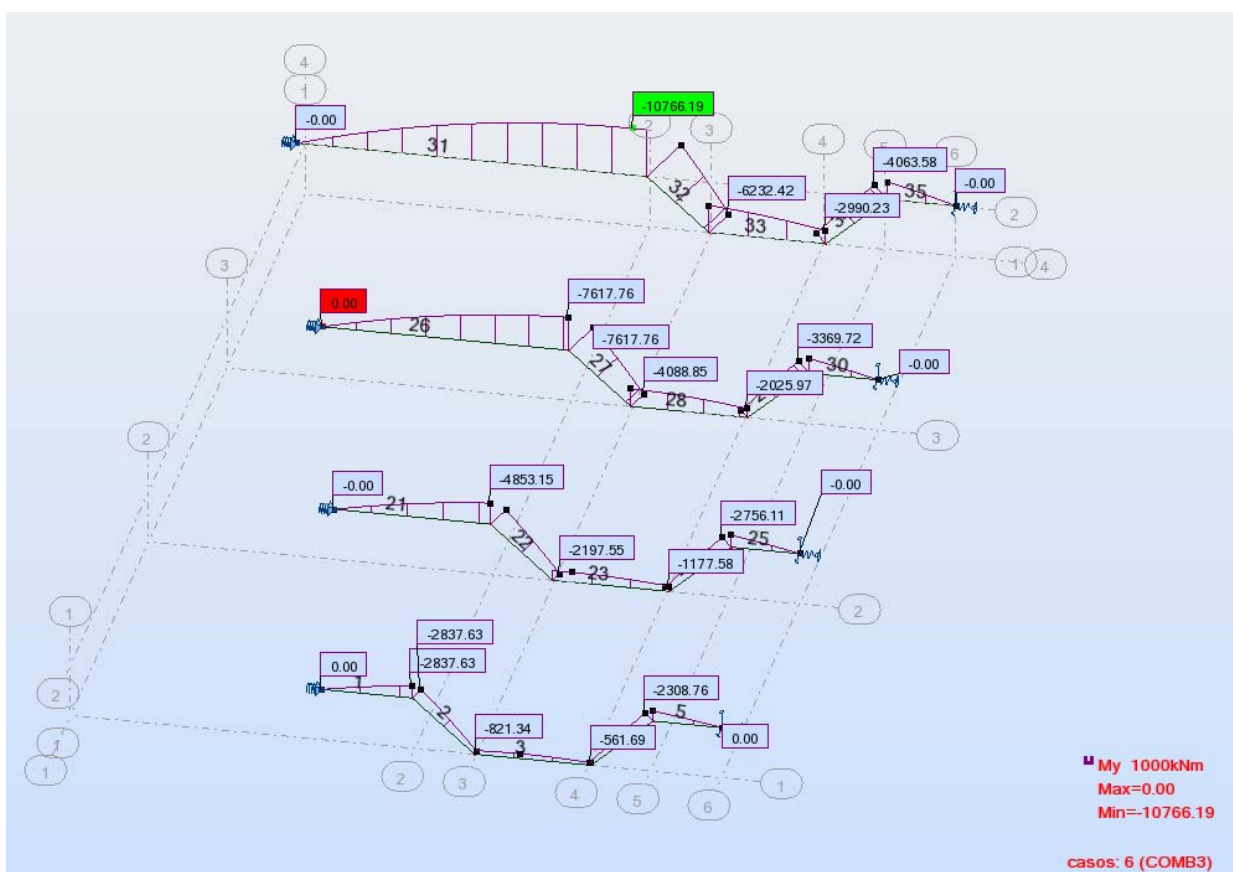
Los esfuerzos para el tramo de 9,55 metros de ancho son los siguientes:

- Momento de cálculo en centro luz $\rightarrow M_d^{CL} = 551 \text{ kNm/m}$
- Cortante de cálculo en apoyo $\rightarrow V_d^A = 206 \text{ kN/m}$
- Momento de servicio en centro luz $\rightarrow M_k^{CL} = 356 \text{ kNm/m}$

Losa S2 de 2.00m de canto

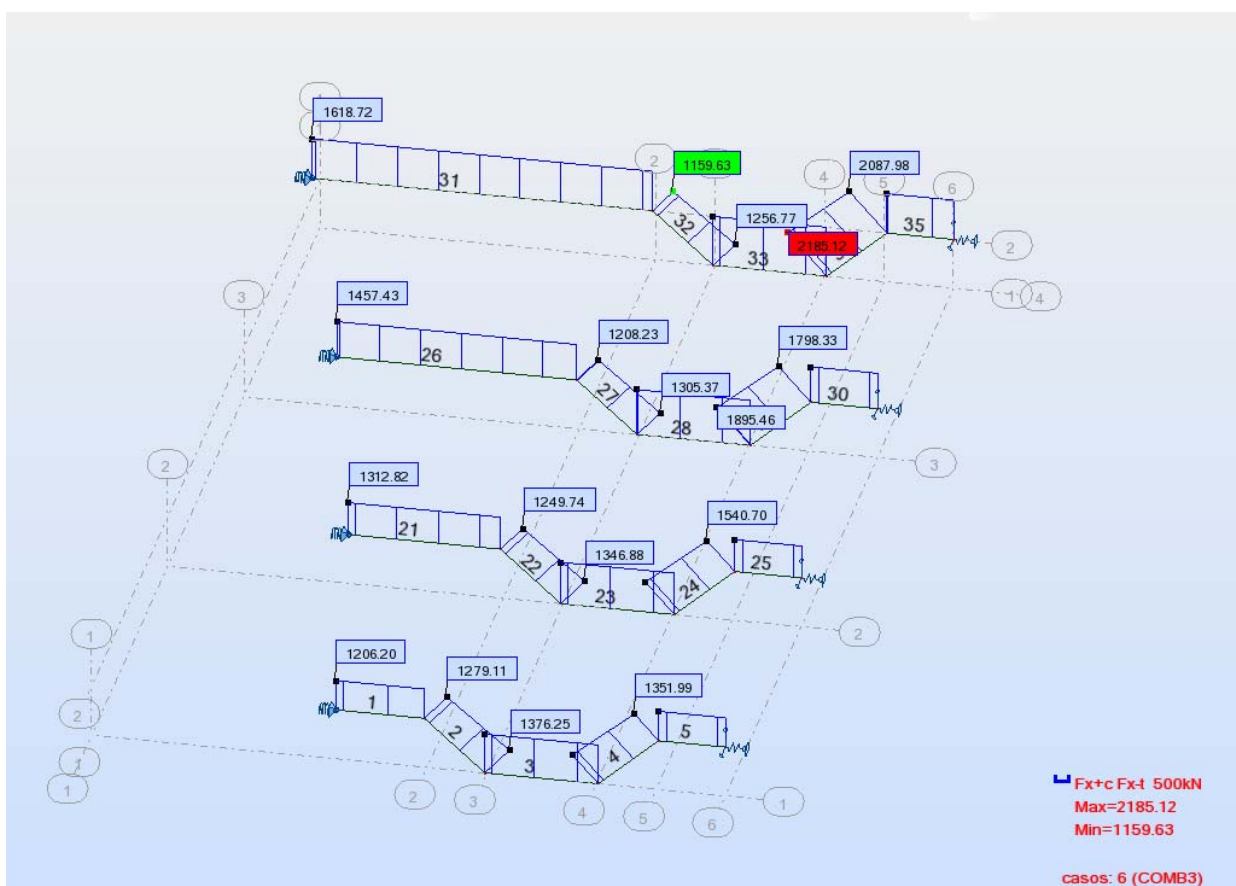
Para la hipótesis 1 se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



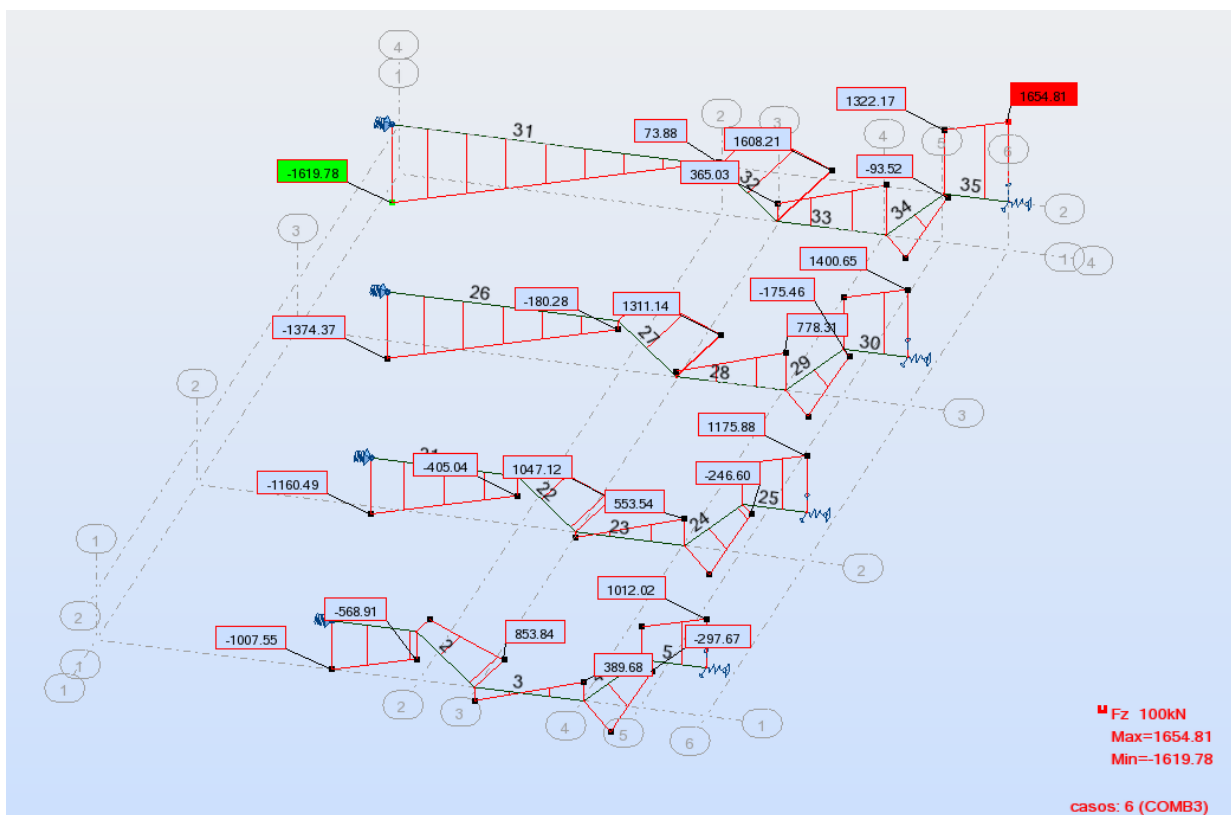
Momentos flectores My para la combinación de subpresión en ELU

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Esfuerzos axiales F_x para la combinación de subpresión en ELU

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

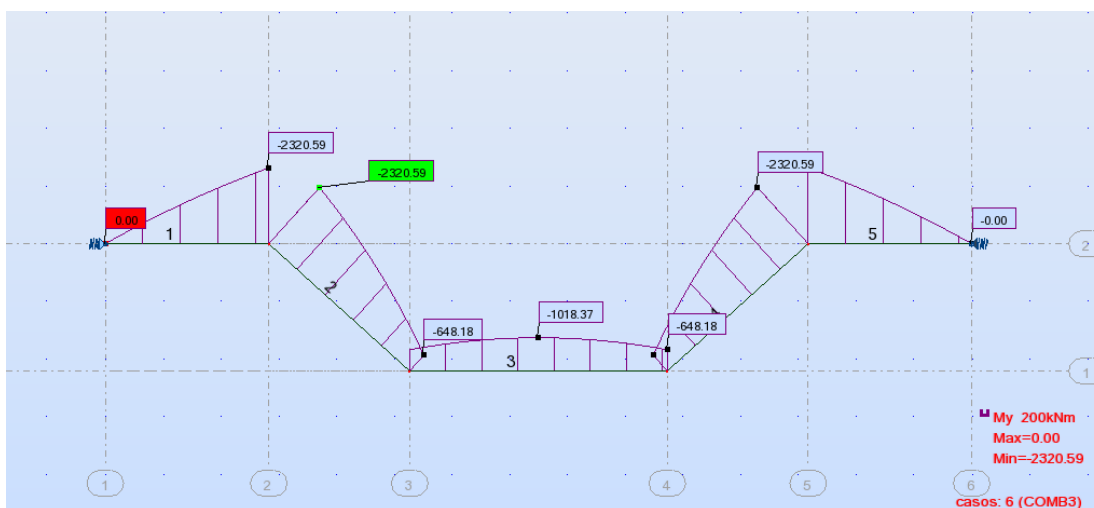


Esfuerzos cortantes F_z para la combinación de subpresión en ELU

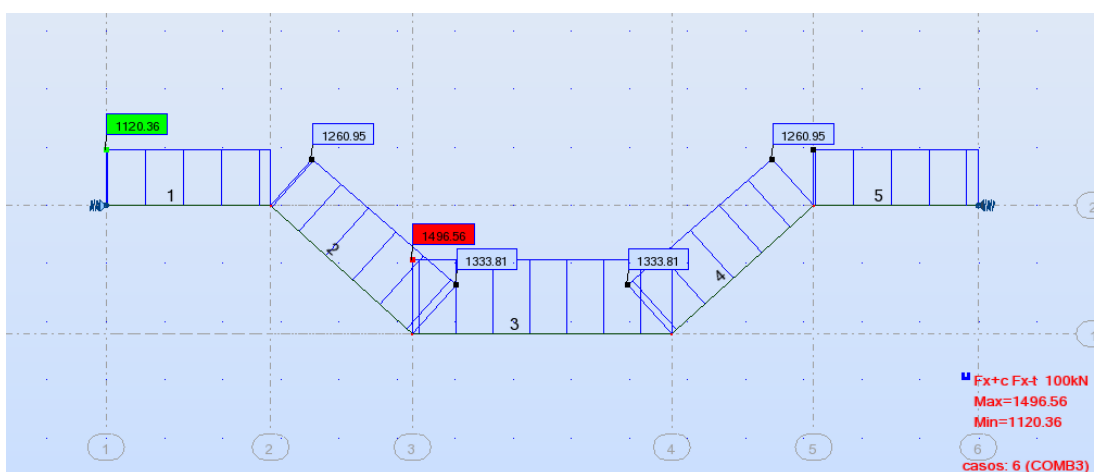
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3 de 1.50m de canto

Para la hipótesis 1 se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

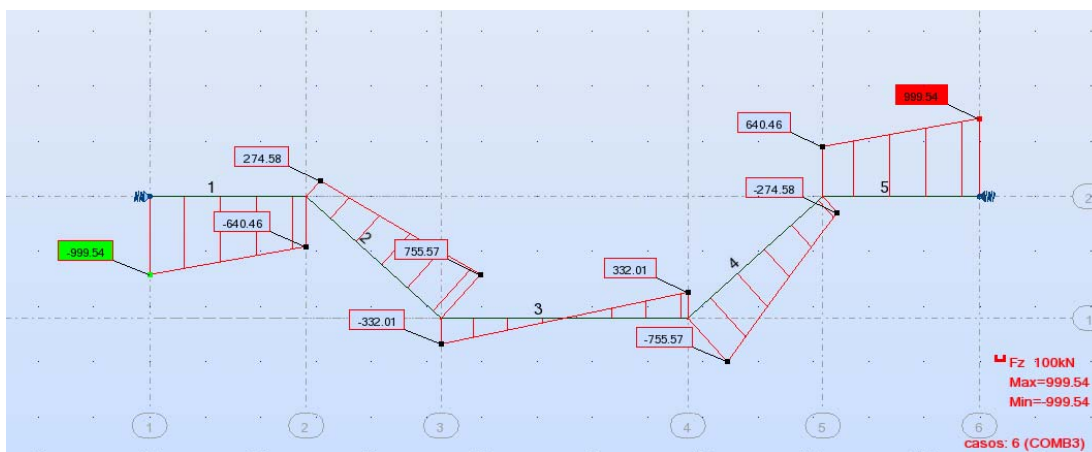


Momentos flectores M_y para la combinación de subpresión en ELU



Esfuerzos axiales F_x para la combinación de subpresión en ELU

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Esfuerzos cortantes F_z para la combinación de subpresión en ELU

8.2.3. Dimensionamiento a flexión

Losa S1 de 1.00m de canto

Para el armado transversal superior, se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S1		H=1 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	0.00
Altura de la sección, h (mm) =	1 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	1453.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	INICIAL ITERACIÓN
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	1453.00 1453.00
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	92 83
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	1951.42 1763.61
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-1951.42 -1763.61
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	46.46 41.99
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	31.67 31.67
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _l (mm) =	407	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	31.67 31.67
Momento último en capa armado, M ₁ (x _l) (kNm) =	6766.57	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	18.00 18.00
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{lrac} (mm) =	356	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	46.46 41.99
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	559	Armado a compresión necesario, A' _s (cm ²) =	0.00 0.00

Así, para el armado transversal superior se propone un armado de #9/0,15 ($42,8 \text{ cm}^2/\text{m}$)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

En cuanto al armado transversal inferior, se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08				
LOSA DE FONDO- S1 H=1 m				
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO		
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.		
Ancho de la sección, b (mm)	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN)	0.00	
Altura de la sección, h (mm)	1 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm)	551.00	
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm)	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ	0.82	0.90
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm)	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN		
Canto útil de la sección, d (mm)	950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.		
Canto útil sup. de la sección, d' (mm)	50	Momento en capa armado, M _{1d} (kNm)	551.00	551.00
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm)	34	31
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa)	30	3.2. Cálculo tensiones en las sección.		
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c	0.003	Compresión en cara superior, C (kN)	720.93	653.25
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN)	-720.93	-653.25
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.		
Límite elástico del acero, f _y (MPa)	420	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²)	17.17	15.55
Deformación última del acero a flexión simple, ε _s	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²)	0.00	0.00
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa)	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.		
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²)	31.67	31.67
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _l (mm)	407	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²)	22.83	20.69
Momento último en capa armado, M ₁ (x _l) (kNm)	6766.57	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²)	18.00	18.00
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm)	356	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²)	22.83	20.69
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm)	559	Armado a compresión necesario, A' _s (cm ²)	0.00	0.00

Así, para el armado transversal inferior se propone un armado de #8/0,15 (34 cm²/m)

Para los armados longitudinales se propone un armado mínimo pero por condicionantes de retracción y temperatura:

Armado mínimo geométrico = $18 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#6/0.15 (18.9 \text{ cm}^2/\text{m})$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

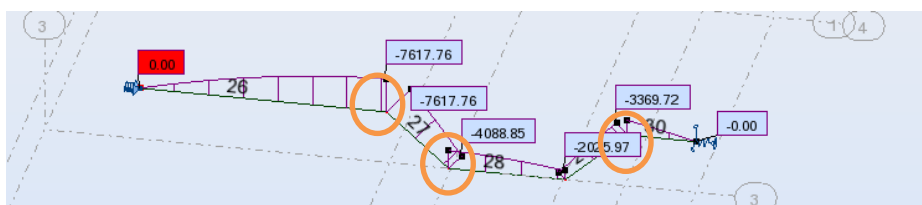
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1159.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	6232.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	7333.05 7333.05
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	227 205
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	4840.32 4370.44
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-3681.32 -3211.44
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	87.65 76.46
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para ϵ_a = 4% (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para ϵ_a = 5% (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	87.65 76.46
Fibra neutra para ϵ_a = f_y/E_s (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1618.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	4063.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	5600.10 5600.10
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	171 155
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	3650.55 3300.47
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-2032.55 -1682.47
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	48.39 40.06
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para ϵ_a = 4% (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	64.36 53.28
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para ϵ_a = 5% (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	64.36 53.28
Fibra neutra para ϵ_a = f_y/E_s (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 2



DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1208.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	7618.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.			INICIAL ITERACIÓN
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Momento en capa armado, M _{1d} (kNm) =	8765.60 8765.60
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c =	0.003	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	274 247
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁ =	0.836	Compresión en cara superior, C (kN) =	5848.21 5274.37
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-4640.21 -4066.37
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t =	0.004	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	200 000	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	110.48 96.82
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _i (mm) =	836	3.4. Cálculo armados mínimos.	
Momento último en capa armado, M ₁ (x _i) (kNm) =	28509.55	Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm) =	731	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para ε _a = f _y /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm) =	1147	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
		Armado a tracción necesario, A _s (cm ²) =	110.48 96.82
		Armado a compresión necesario, A _s ' (cm ²) =	0.00 0.00

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

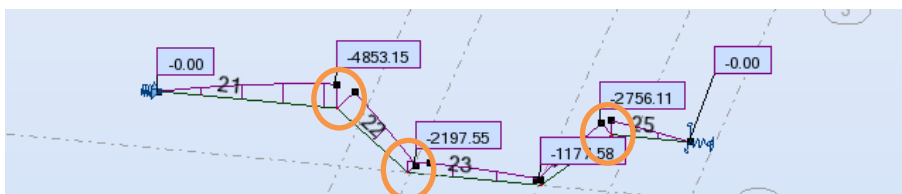
DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1208.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	4088.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	5235.60 5235.60
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	160 144
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	3404.19 3078.55
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-2196.19 -1870.55
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	52.29 44.54
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	65.00 59.23
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	65.00 59.23
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1457.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	3370.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	4754.15 4754.15
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	145 131
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	3080.77 2787.02
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-1623.77 -1330.02
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	38.66 31.67
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	51.42 42.12
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	51.42 42.12
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 3



DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2		H=2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm)	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN)	1249.00
Altura de la sección, h (mm)	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm)	4853.00
Recubrimiento mecánico inferior, r _{i,mec} (mm)	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, r _{s,mec} (mm)	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm)	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm)	50	Momento en capa armado, M _{1g} (kNm)	6039.55 6039.55
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm)	185 167
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa)	30	3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ε _c	0.003	Compresión en cara superior, C (kN)	3949.33 3569.45
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN)	-2700.33 -2320.45
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β ₁	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f _y (MPa)	420	Armado tracción necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²)	64.29 55.25
Deformación última del acero a flexión simple, ε _t	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A _{cal} (cm ²)	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa)	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, A _{s,mec} (cm ²)	65.00 65.00
Fibra neutra para ε _a = 4% (Hipótesis Inicial), x _l (mm)	836	Reducción armado mínimo mecánico, A _{lims,mec} (cm ²)	65.00 65.00
Momento último en capa armado, M _{1(x_l)} (kNm)	28509.55	Armado mínimo geométrico, A _{geo} (cm ²)	36.00 36.00
Fibra neutra para ε _a = 5% (Límite Control Tracción), x _{trac} (mm)	731	Armado a tracción necesario, A _s (cm ²)	65.00 65.00
Fibra neutra para ε _a = f _t /E _s (Límite Control Tracción), x _{lim} (mm)	1147	Armado a compresión necesario, A' _s (cm ²)	0.00 0.00

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

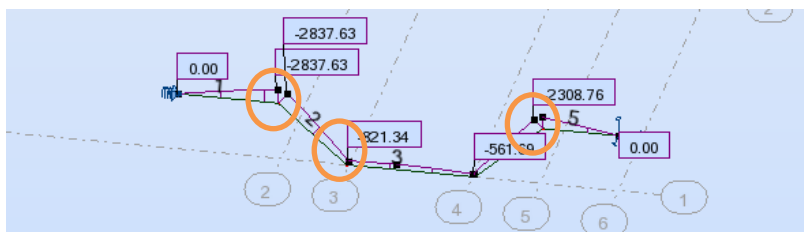
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1347.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	2198.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	3477.65 3477.65
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	105 95
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	2233.95 2022.71
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-886.95 -675.71
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	21.12 16.09
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	28.09 21.40
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1541.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	2756.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	4219.95 4219.95
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	128 116
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	2724.53 2465.66
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-1183.53 -924.66
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	28.18 22.02
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00 65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	37.48 29.28
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00 36.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	37.48 36.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 4



DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08											
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m											
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO										
1.1. Geometría de la sección. Ancho de la sección, b (mm) = 1 000 Altura de la sección, h (mm) = 2 000 Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) = 50 Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1 950 Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50	2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión. Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) = 1206.00 Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) = 2837.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.82 0.90										
1.2. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c = 0.003 Coeficiente de diagrama tensión-deformación, η = 0.850 Coeficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 = 0.836 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t = 0.004 Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) = 200 000	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN										
1.3. Límites de dimensionamiento. Fibra neutra para ϵ_a = 4% (Hipótesis Inicial), x_i (mm) = 836 Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) = 28509.55 Fibra neutra para ϵ_a = 5% (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) = 731 Fibra neutra para ϵ_a = f_y/E_s (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) = 1147	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>INICIAL</th><th>ITERACIÓN</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =</td><td>3982.70</td><td>3982.70</td></tr> <tr> <td>Profundidad fibra neutra, x (mm) =</td><td>120</td><td>109</td></tr> </tbody> </table>		INICIAL	ITERACIÓN	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	3982.70	3982.70	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	120	109
	INICIAL	ITERACIÓN									
Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	3982.70	3982.70									
Profundidad fibra neutra, x (mm) =	120	109									
	3.2. Cálculo tensiones en las sección. Compresión en cara superior, C (kN) = 2567.18 2323.64 Tracción a nivel del armado, T (kN) = -1361.18 -1117.64										
	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo. Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 32.41 26.61 Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 0.00 0.00										
	3.4. Cálculo armados mínimos. Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) = 65.00 65.00 Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) = 43.10 35.39 Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) = 36.00 36.00 Armado a tracción necesario, A_s (cm²) = 43.10 36.00 Armado a compresión necesario, A'_s (cm²) = 0.00 0.00										

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1279.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	821.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	2036.05
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	61
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003		55
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	Compresión en cara superior, C (kN) =	1295.40
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-16.40
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) =	200 000	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.39
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	3.4. Cálculo armados mínimos.	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	0.52
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00
		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	36.00
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1206.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	2309.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	3454.70
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	104
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003		94
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	Compresión en cara superior, C (kN) =	2218.86
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-1012.86
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) =	200 000	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	24.12
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	3.4. Cálculo armados mínimos.	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	32.07
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00
		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	36.00
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00

Así, para el armado transversal superior se propone un armado de #9 c/0,10 (64,1 cm²/m) habiendo que duplicar dicha cuantía en una determina zona de la losa con dos capas de #9 c/0,10 (128,3 cm²/m)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

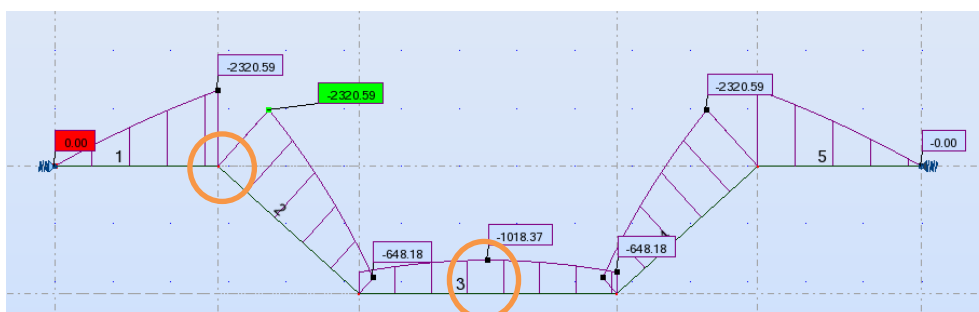
Para el armado transversal inferior se propone un armado de #9 c/0,10 ($64,1 \text{ cm}^2/\text{m}$) para cubrir la cuantía mecánica mínima de $36 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Para los armados longitudinales se propone un armado mínimo pero por condicionantes de retracción y temperatura:

Armado mínimo geométrico = $36 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#9 \text{ c/0,10 } (64,1 \text{ cm}^2/\text{m})$

Losa S3 de 1.50m de canto

Para el armado transversal superior, se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo. Se detalla la comprobación en dos puntos principales dentro de la sección.



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S3 H=1,5 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1120.00
Altura de la sección, h (mm) =	1 500	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	2320.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 450	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	3104.00 3104.00
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	128 115
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	2721.40 2460.40
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-1601.40 -1340.40
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	38.13 31.91
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	48.33 48.33
Fibra neutra para ϵ_a = 4% (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	621	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	48.33 42.45
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	15763.67	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	27.00 27.00
Fibra neutra para ϵ_a = 5% (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	544	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	48.33 42.45
Fibra neutra para ϵ_a = f_y/E_s (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	853	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S3 H=1,5 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	0.00
Altura de la sección, h (mm) =	1 500	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	1018.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82 0.90
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 450	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	1018.00 1018.00
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) =	41 37
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003	Compresión en cara superior, C (kN) =	869.91 788.48
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-869.91 -788.48
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	20.71 18.77
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00 0.00
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) =	200 000	3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	48.33 48.33
Fibra neutra para ϵ_a = 4% (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	621	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	27.55 24.97
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	15763.67	Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	27.00 27.00
Fibra neutra para ϵ_a = 5% (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	544	Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	27.55 27.00
Fibra neutra para ϵ_a = f_y/E_s (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	853	Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00 0.00

Así, para el armado transversal superior se propone un armado de #8 c/0,10 (50,70 cm²/m)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Para el armado transversal inferior se propone un armado de #8 c/0,10 ($50,70 \text{ cm}^2/\text{m}$) para cubrir la cuantía mecánica mínima de $48,33 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Para los armados longitudinales se propone, asimismo, un armado por cuantía mecánica mínima

- Armado mínimo mecánico = $48,33 \text{ cm}^2/\text{m} \rightarrow \#8 \text{ c/0,10 } (50,70 \text{ cm}^2/\text{m})$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.2.4. Dimensionamiento a cortante

Losa S1 de 1.00m de canto

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante es:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S1 H=1,0 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 75 Canto útil de la sección, d (mm) = 925 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 6.4865 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f'_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f'_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 609.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 861.29 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 912.63 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1469.27 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 861.29 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 46

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S2 de 2.00m de canto

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante es:

SECCIÓN 1

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 2000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 2000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1950 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 3.0769 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1618.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1654.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1920.62 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1810.89 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 3441.58 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1920.62 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 2

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 2000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 2000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1950 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 3.0769 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1457.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1400.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1910.18 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1810.89 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 3408.89 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1910.18 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 3

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 2000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 2000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1950 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 3.0769 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1312.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1176.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1900.78 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1810.89 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 3379.17 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1900.78 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 4

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 2000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 2000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1950 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 3.0769 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1206.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1012.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1893.91 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1810.89 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 3357.28 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1893.91 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3 de 1.50m de canto

Considerando la sección de apoyo entre la losa y los pilotes, el armado necesario por cortante es:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S3 H=1,5 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1500000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1450 1.2. Armado de la sección. Inclínación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.1379 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1120.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1000.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1422.14 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1372.72 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 2540.32 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1422.14 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

Por lo que no haría falta disponer armado a cortante en la losa.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.2.5. Dimensionamiento en servicio

Losa S1 de 1.00m de canto

Para la sección de centro luz y considerando el armado dispuesto por cálculo y el momento en situación de servicio se obtiene:

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGUN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA DE FONDO- S1 H= 1 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				1.3. Armado Compresión de la sección.			
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		CAPA1 CAPA 2 CAPA 3				CAPA1 CAPA 2 CAPA 3			
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9 0 0				Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #8 0 0			
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0		Agrupaciones de las barras = 1 1 1				Agrupaciones de las barras = 1 1 1			
		Nº de barras por capa de armado = 7 10 10				Nº de barras por capa de armado = 7 10 10			
		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 4300 0 0				Área de armado por capa, A _s (mm²) = 3393 0 0			
		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --- 80 80				Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --- 80 80			
		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200				Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200			
		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm) = 54 120 200				Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm) = 53 120 200			
		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 100 100				Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150 100 100			
		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 4300				Área de acero comprimida, A _s ' (mm²) = 3393			
		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm) = 54				Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm) = 53			
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 946				Canto útil a cara superior, d' (mm) = 53			
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0045				Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0036			
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO							
Área (mm²) y cdg (mm)		3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.							
Hormigón = 1000000 500 5.000E+08 -3 8.333E+10 8.989E+06		Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 652.00							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27102 53 1.428E+06 -450 0.000E+00 5.495E+09		Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1197.00							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 34343 946 3.248E+07 443 0.000E+00 6.729E+09									
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 503									
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 9.557E+10									
2.1. Inercia fisurada.		3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.							
Auxiliar, p/p = 0.789		Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00							
Auxiliar, d/d = 0.056		Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00							
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _f /d = 0.218		3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.							
Área (mm²) y cdg (mm)		Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 11.04 OK							
Brazo (mm) I cdg (mm⁴) A*brazo² (mm³)		Tensión Compresión en armado superior, σ _s ' (MPa) = 65.66 OK							
Hormigón = 206110 103 -103 7.296E+08 2.189E+09		Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 316.52 σ EXCESIVA							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27102 53 -153 0.000E+00 6.378E+08		Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 316.52 σ EXCESIVA							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 34343 946 740 0.000E+00 1.878E+10									
Fibra neutra fisurada, x _f (mm) = 206									
Inercia fisurada de la sección, I _{fr} (mm⁴) = 2.234E+10									

Por lo que la tensión en el acero en situación de servicio es mayor que el 0,6-f_y, por lo que es necesario aumentar el armado.

Se propone como nuevo armado #10/0,15 (54,60 cm²/m) para la cara superior y se comprueba de nuevo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08												
LOSA DE FONDO- S1 H= 1 m												
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.												
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.					1.3. Armado Compresión de la sección.					
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10					CAPA 1		CAPA 2		CAPA 3	
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Agrupaciones de las barras = 1					1		1		1	
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7					10		10		10	
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5460					0		0		0	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = --					80		80		80	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40					120		200		200	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 56					120		200		200	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150					100		100		100	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 5460										
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 56										
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 944										
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0058										
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA												
2.1. Inercia homogeneizada.												
Hormigón = 1000000		500	5.000E+08	-7	8.333E+10	4.565E+07						
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27102		53	1.428E+06	-454	0.000E+00	5.588E+09						
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612		944	4.116E+07	437	0.000E+00	8.332E+09						
Fibra neutra homogeneizada, x _{cen} (mm) = 507												
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 9.730E+10												
2.1. Inercia fisurada.												
Auxiliar, p/p = 0.621												
Auxiliar, d/d = 0.056												
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{frs} /d = 0.243												
Área (mm2) y cdg (mm)		Brazo (mm)	I cdg (mm4)	A*brazo² (mm3)								
Hormigón = 229591		115	-115	1.009E+09	3.026E+09							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 27102		53	-177	0.000E+00	8.480E+08							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 43612		944	714	0.000E+00	2.225E+10							
Fibra neutra fisuración, x _{frs} (mm) = 230												
Inercia fisurada de la sección, I _{fr} (mm⁴) = 2.713E+10												
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO												
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.												
Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 669.00												
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 1197.00												
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.												
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00												
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00												
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.												
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 10.13						OK						
Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 62.34						OK						
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 251.71						OK						
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 251.71						OK						

Se obtiene una tensión en el armado inferior a 0,6-f_y, por lo que se considera el armado suficiente para el estado límite de servicio.

En cuanto al armado transversal inferior, la comprobación es la siguiente:

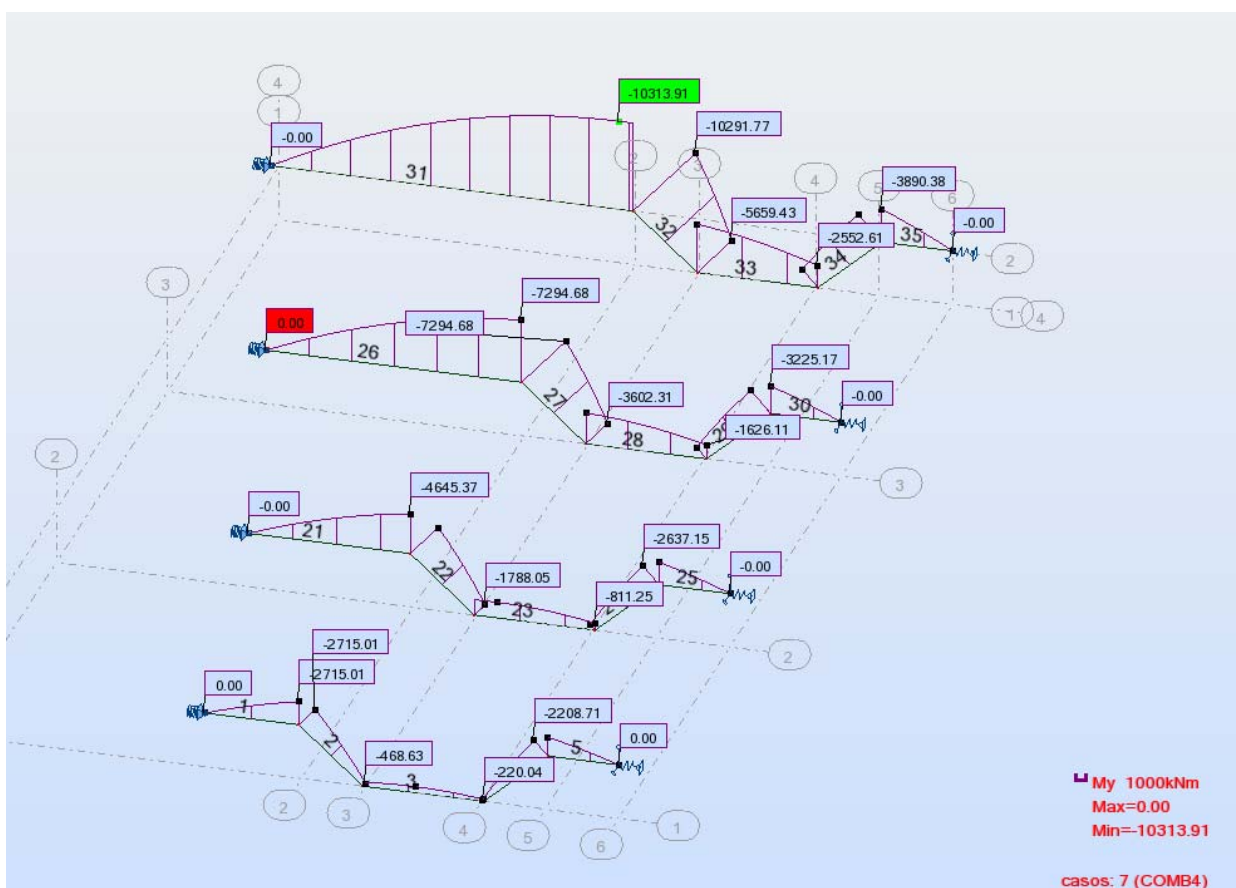
COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08																							
LOSA DE FONDO- S1 H=1 m																							
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.																							
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				1.3. Armado Compresión de la sección.				CAPA1	CAPA 2	CAPA 3											
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #8				CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #10				CAPA1	CAPA 2	CAPA 3								
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Agrupaciones de las barras = 1				1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1				1	1	1								
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 7				10	10	10	Nº de barras por capa de armado = 7				10	10	10								
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm ²) = 3393				0	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm ²) = 5459				0	0	0								
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---				80	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---				80	80	80								
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40				120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40				120	200	200								
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 53				120	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 56				120	200	200								
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150				100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 150				100	100	100								
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm ²) = 3393							Área de acero comprimida, A _s ' (mm ²) = 5459														
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 53							Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 56														
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 947							Canto útil a cara superior, d' (mm) = 56														
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0036							Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0058														
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA												3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO											
2.1. Inercia homogeneizada.												3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.											
		Área (mm ²) y cdg (mm)		A'y (mm ³)		Brazo (mm)		I cdg (mm ⁴)		A*brazo ² (mm ³)				Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 652.00		652.00							
Hormigón		1000000		500		5.000E+08		7		8.333E+10		4.562E+07				Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 356.00		356.00					
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		43608		56		2.449E+06		-437		0.000E+00		8.331E+09				LA SECCIÓN NO FISURA							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		27105		947		2.568E+07		454		0.000E+00		5.588E+09											
Fibra neutra homogeneizada, x _{cen} (mm) = 493																							
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 9.730E+10																							
2.1. Inercia fisurada.												3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.											
		Auxiliar, p/p = 1.609														Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 252.00		252.00					
		Auxiliar, d/d = 0.059														Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00		18.00					
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{frs} /d = 0.187																							
		Área (mm ²) y cdg (mm)		Brazo (mm)		I cdg (mm ⁴)		A*brazo ² (mm ³)								Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =							
Hormigón		176775		88		-88		4.603E+08		1.381E+09						Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) =							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		43608		56		-121		0.000E+00		6.345E+08						Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		27105		947		771		0.000E+00		1.609E+10						Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =							
Fibra neutra fisurada, x _{frs} (mm) = 177																							
Inercia fisurada de la sección, I _{fr} (mm ⁴) = 1.857E+10																							

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

La sección no fisura, por lo que el armado propuesto es correcto.

Losa S2 de 2.00m de canto

Para los momentos en situación de servicio presentados a continuación y considerando el armado dispuesto por cálculo, se obtiene:



Momentos flectores My para la combinación de subpresión en ELS

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 1

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSADO FONDO S-2 H= 2.0 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				1.3. Armado Compresión de la sección.			
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Calibre Armadura Tracción longitudinal, # =	#10	#11	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # =	#9	0	0
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Agrupaciones de las barras =	1	1	1	Agrupaciones de las barras =	1	1	1
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) =	0	Nº de barras por capa de armado =	10	10	10	Nº de barras por capa de armado =	10	10	10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm ²) =	8190	10060	0	Área de armado por capa, A _s (mm ²) =	6450	0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) =	—	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) =	—	80	80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) =	3.396	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =	40	120	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =	40	120	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) =	26 291	Recubrimiento mecánico por capa, r _{me} (mm) =	56	138	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{me} (mm) =	54	120	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =	100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =	100	100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	210 000	Área de acero traccionada, A _s (mm ²) =	18250			Área de acero comprimida, A _s ' (mm ²) =	6450		
Coefficiente de homogeneización, n =	7.99	Recubrimiento mecánico equivalente, r _{me} (mm) =	101			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{me} (mm) =	54		
		Canto útil a cara superior, d (mm) =	1899			Canto útil a cara superior, d' (mm) =	54		
		Cuántía de acero traccionado, ρ =	0.0096			Cuántía de acero traccionado, ρ' =	0.0034		
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm ²) y cdg (mm)	A'y (mm ³)	Brazo (mm)	I cdg (mm ⁴)	A'brazo ² (mm ³)	3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO		
Hormigón =	2000000	1000	2.000E+09	-37	6.667E+11	2.806E+09	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) =	51520	54	2.800E+06	-983	0.000E+00	4.979E+10	Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2919.00		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) =	145774	1899	2.768E+08	861	0.000E+00	1.081E+11	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 10314.00		
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) =	1037						3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.		
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) =	8.274E+11						Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00		
2.1. Inercia fisurada.		Auxiliar, p/p =	0.353				Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00		
		Auxiliar, d/d =	0.029				3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.		
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fis} /d =	0.303						Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 17.85		
		Área (mm ²) y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm ⁴)	A'brazo ² (mm ³)		Tensión Compresión en armado superior, σ _s ' (MPa) = 129.16		
Hormigón =	576083	288	-288	1.593E+10	4.780E+10		Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 327.44		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) =	51520	54	-522	0.000E+00	1.402E+10		Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 338.60		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) =	145774	1899	1323	0.000E+00	2.550E+11				
Fibra neutra fisurada, x _{fis} (mm) =	576								
Inercia fisurada de la sección, I _f (mm ⁴) =	3.328E+11								

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSADO FONDO S-2 H= 2.0 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				1.3. Armado Compresión de la sección.			
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Calibre Armadura Tracción longitudinal, # =	#10	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # =	#9	0	0
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Agrupaciones de las barras =	1	1	1	Agrupaciones de las barras =	1	1	1
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) =	0	Nº de barras por capa de armado =	10	10	10	Nº de barras por capa de armado =	10	10	10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm ²) =	8190	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm ²) =	6450	0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) =	30	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) =	—	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) =	—	80	80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) =	3.396	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =	40	120	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =	40	120	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) =	26 291	Recubrimiento mecánico por capa, r _{me} (mm) =	56	120	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{me} (mm) =	54	120	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) =	420	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =	100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =	100	100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) =	210 000	Área de acero traccionada, A _s (mm ²) =	8190			Área de acero comprimida, A _s ' (mm ²) =	6450		
Coefficiente de homogeneización, n =	7.99	Recubrimiento mecánico equivalente, r _{me} (mm) =	56			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{me} (mm) =	54		
		Canto útil a cara superior, d (mm) =	1944			Canto útil a cara superior, d' (mm) =	54		
		Cuántía de acero traccionado, ρ =	0.0042			Cuántía de acero traccionado, ρ' =	0.0033		
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm ²) y cdg (mm)	A'y (mm ³)	Brazo (mm)	I cdg (mm ⁴)	A'brazo ² (mm ³)	3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO		
Hormigón =	2000000	1000	2.000E+09	-6	6.667E+11	7.572E+07	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) =	51520	54	2.800E+06	-952	0.000E+00	4.667E+10	Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2634.00		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) =	65419	1944	1.272E+08	938	0.000E+00	5.752E+10	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 5659.00		
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) =	1006						3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.		
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) =	7.709E+11						Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00		
2.1. Inercia fisurada.		Auxiliar, p/p =	0.788				Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00		
		Auxiliar, d/d =	0.028				3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.		
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fis} /d =	0.209						Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 12.53		
		Área (mm ²) y cdg (mm)	Brazo (mm)	I cdg (mm ⁴)	A'brazo ² (mm ³)		Tensión Compresión en armado superior, σ _s ' (MPa) = 86.71		
Hormigón =	406132	203	-203	5.582E+09	1.675E+10		Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 379.01		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) =	51520	54	-352	0.000E+00	6.376E+09		Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 379.01		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) =	65419	1944	1538	0.000E+00	1.547E+11				
Fibra neutra fisurada, x _{fis} (mm) =	406								
Inercia fisurada de la sección, I _f (mm ⁴) =	1.834E+11								

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08													
LOSADA DE FONDO S-2 H= 2.0 m													
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.													
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9			0	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #9			0	0	0
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 10			10	10	10	Nº de barras por capa de armado = 10			10	10	10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450			0	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450			0	0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = --			80	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = --			80	80	80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{me} (mm) = 54			120	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{me} (mm) = 54			120	200	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100			100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100			100	100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _t (mm²) = 6450						Área de acero comprimida, A _c (mm²) = 6450					
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{me} (mm) = 54						Recubrimiento mecánico equivalente, r _{me} (mm) = 54					
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1946						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54					
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0033						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0033					
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA													
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm2) y cdg (mm)		A'y (mm3)	Brazo (mm)	I cdg (mm4)	A*brazo^2 (mm3)						
Hormigón		2000000	1000	2.000E+09	0	6.667E+11	0.000E+00						
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		51520	54	2.800E+06	-946	0.000E+00	4.607E+10	Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2576.00					
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		51520	1946	1.002E+08	946	0.000E+00	4.607E+10	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 3890.00					
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 1000													
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 7.588E+11													
2.1. Inercia fisurada.		Área (mm2) y cdg (mm)		Brazo (mm)	I cdg (mm4)	A*brazo^2 (mm3)							
Auxiliar, p/p = 1.000													
Auxiliar, d/d = 0.028													
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.186													
Hormigón		362468	181	-181	3.969E+09	1.191E+10							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp)		51520	54	-308	0.000E+00	4.891E+09							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac)		51520	1946	1583	0.000E+00	1.291E+11							
Fibra neutra fisurada, x _{fs} (mm) = 362													
Inercia fisurada de la sección, I _f (mm ⁴) = 1.499E+11													
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO													
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.													
Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2576.00													
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 3890.00													
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.													
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00													
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00													
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.													
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 9.41 OK													
Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 63.87 OK													
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 328.17 OK													
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 328.17 OK													

SECCIÓN 2

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSADA FONDO S-2 H= 2,0 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9			#7	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #9	
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1	
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 10			10	10	10	Nº de barras por capa de armado = 10	
		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450			3870	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---			80	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 54			131	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 54	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100			100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _t (mm²) = 10320						Área de acero comprimida, A _c (mm²) = 6450	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 83						Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 54	
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1917						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0054						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0034	
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.					3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO				
Homogéniz. = 2000000					3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520					Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2688.00				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 82432					Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 7295.00				
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 1013									
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 7.817E+11									
2.1. Inercia fisurada.					3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.				
Auxiliar, p/p = 0.625					Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00				
Auxiliar, d/d = 0.028					Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00				
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.234									
Homogéniz. = 448771					3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520					Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 15.17				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 82432					Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) = 106.50				
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 449					Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 396.40				
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm ⁴) = 2.158E+11					Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 404.17				

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSADA FONDO S-2 H= 2.0 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA1		CAPA 2		CAPA 3
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9			0		0		0
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras = 1			1		1		1
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 10			10		10		10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450			0		0		0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---			80		80		80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120		200		200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 54			120		200		200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100			100		100		100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 6450							
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 54							
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1946							
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0033							
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA					3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO				
2.1. Inercia homogeneizada.					3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.				
Hormigón = 2000000 1000 2.000E+09 0 6.667E+11 0.000E+00					Momento de fisuración de la sección, M _{cr} (kNm) = 2576.00				
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520 54 2.800E+06 -946 0.000E+00 4.607E+10					Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 3602.00				
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 51520 1946 1.002E+08 946 0.000E+00 4.607E+10					3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.				
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 1000					Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00				
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 7.588E+11					Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00				
2.1. Inercia fisurada.					3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.				
Auxiliar, p/p = 1.000					Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 8.71 OK				
Auxiliar, d/d = 0.028					Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) = 59.14 OK				
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.186					Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 303.87 OK				
Área (mm2) y cdg (mm) Brazo (mm) I cdg (mm4) A*brazo^2 (mm3)					Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 303.87 OK				
Hormigón = 362468 181 -181 3.969E+09 1.191E+10									
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520 54 -308 0.000E+00 4.891E+09									
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 51520 1946 1583 0.000E+00 1.291E+11									
Fibra neutra fisuración, x _u (mm) = 362									
Inercia fisurada de la sección, I _u (mm⁴) = 1.499F+11									

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 3

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LIMITE DE SERVICIO DE FUSIÓN SEGUN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA DE FONDO S-2 H=2.0 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.2. Características de los materiales.			1.3. Armado Compresión de la sección.				
Ancho de la sección, b (mm) = 1.000 Altura de la sección, h (mm) = 2.000 Recubrimiento lateral, c _{all} (mm) = 0		1.2. Armado Tracción de la sección. Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9 0 0 Agrupaciones de las barras = 1 1 1 N° de barras por capa de armado = 10 10 10 Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450 0 0 Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = --- 80 80 Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200 Recubrimiento mecánico por capa, f _{rec} (mm) = 54 120 200 Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100 100 100 Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 6450 Recubrimiento mecánico equivalente, f _{rec} (mm) = 54 Canto útil a cara superior, d (mm) = 1946 Cuantía de acero traccionado, p = 0.0033			Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #9 0 0 Agrupaciones de las barras = 1 1 1 N° de barras por capa de armado = 10 10 10 Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450 0 0 Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = --- 80 80 Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40 120 200 Recubrimiento mecánico por capa, f _{rec} (mm) = 54 120 200 Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100 100 100 Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 6450 Recubrimiento mecánico equivalente, f _{rec} (mm) = 54 Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54 Cuantía de acero traccionado, p' = 0.0033				
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30 Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396 Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26.291 Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420 Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210.000 Coeficiente de homogeneización, n = 7.99									
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		2.2. Inercia fisurada.							
Área (mm²) y cdg (mm) A'y (mm³) Brazo (mm) l cdg (mm⁴) A*brazo² (mm³) Hormigón = 2000000 1000 2.000E+09 0 6.667E+11 0.000E+00 Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520 54 2.800E+06 -946 0.000E+00 4.607E+10 Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 51520 1946 1.002E+08 946 0.000E+00 4.607E+10 Fibra neutra homogeneizada, x _{cen} (mm) = 1000 Inercia homogeneizada de la sección, I _{homo} (mm⁴) = 7.588E+11		3. LIMITES DE TENSION EN LOS MATERIALES Y COMPROBACION EN ESTADO LIMITE DE SERVICIO 3.1. Momento de fisuración y momento de servicio. Momento de fisuración de la sección, M _{cr} (kNm) = 2576.00 Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 4645.00 3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero. Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00 Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00 3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras. Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 11.23 OK Tensión Compresión en armador superior, σ _s (MPa) = 76.26 OK Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 391.86 OK Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 391.86 OK							
Auxiliar, p/p = 1.000 Auxiliar, d/d = 0.028 Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.186 Área (mm²) y cdg (mm) Brazo (mm) l cdg (mm⁴) A*brazo² (mm³) Hormigón = 362468 181 -181 3.969E+09 1.191E+10 Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520 54 -308 0.000E+00 4.891E+09 Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 51520 1946 1583 0.000E+00 1.291E+11 Fibra neutra fisurada, x _{fs} (mm) = 362 Inercia fisurada de la sección, I _u (mm⁴) = 1.499E+11									

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08

LOSA DE FONDO S-2 H= 2,0 m

1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.

1.1. Geometría de la sección.

Ancho de la sección, b (mm) = 1 000

Altura de la sección, h (mm) = 2 000

Recubrimiento lateral, C_{lat} (mm) = 0

1.2. Características de los materiales.

Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30

Resist. A la tracción, f_t (MPa) = 3.396

Módulo de elasticidad del hormigón, E_c (MPa) = 26 291

Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420

Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) = 210 000

Coeficiente de homogeneización, n = 7.99

1.3. Armado Tracción de la sección.

CAP1CAPA 2CAPA 3

Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #1000

Agrupaciones de las barras = 111

Nº de barras por capa de armado = 51010

Área de armado por capa, A_s (mm²) = 409500

Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s_v (mm) = ---8080

Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40120200

Recubrimiento mecánico por capa, f_{rec} (mm) = 56120200

Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 200100100

Área de acero traccionada, A_s (mm²) = 4095

Recubrimiento mecánico equivalente, f_{rec} (mm) = 56

Canto útil a cara superior, d (mm) = 1944

Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0021

1.3. Armado Compresión de la sección.

CAP1CAPA 2CAPA 3

Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #900

Agrupaciones de las barras = 111

Nº de barras por capa de armado = 101010

Área de armado por capa, A_s (mm²) = 645000

Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s_v (mm) = ---8080

Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40120200

Recubrimiento mecánico por capa, f_{rec} (mm) = 54120200

Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100100100

Área de acero comprimida, A_s (mm²) = 6450

Recubrimiento mecánico equivalente, f_{rec} (mm) = 54

Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54

Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0033

2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA

2.1. Inercia homogeneizada.

Área (mm2)ycdg (mm)A'y (mm3)Brazo (mm)1 cdbg (mm4)A*brazo²2 (mm3)

Hormigón = 200000010002.000E+0996.667E+111.467E+08

Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520542.800E+06-9370.000E+004.524E+10

Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 3270919446.358E+079520.000E+002.967E+10

Fibra neutra homogeneizada, x_{hom} (mm) = 991

Inercia homogeneizada de la sección, I_{hom} (mm⁴) = 7.417E+11

2.2. Inercia fisurada.

Auxiliar, p/p = 1.575

Auxiliar, d/d = 0.028

Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.149

Área (mm2)ycdg (mm)Brazo (mm)1 cdbg (mm4)A*brazo²2 (mm3)

Hormigón = 289748145-1452.027E+096.081E+09

Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 5152054-2350.000E+002.855E+09

Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709194416540.000E+008.949E+10

Fibra neutra fisurada, x_{fr} (mm) = 290

Inercia fisurada de la sección, I_{cr} (mm⁴) = 1.005E+11

3. LÍMITE DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.

Momento de fisuración de la sección, M_{fr} (kNm) = 2497.00

Momento en situación de servicio, M_s (kNm) = 1788.00

3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.

Límite de tracción admisible en el acero, f_{s,adm} (MPa) = 354.67

Límite de compresión admisible en el hormigón, σ_{c,lim} (MPa) = 18.00

3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.

Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ_c (MPa) =

Tensión Compresión en armador superior, σ_s (MPa) =

Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ_s (MPa) =

Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ_s (MPa) =

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08																							
LOSADA DE FONDO S-2 H= 2.0 m																							
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.																							
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3										
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # =			#10	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # =			#9	0	0										
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras =			1	1	1	Agrupaciones de las barras =			1	1	1										
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado =			5	10	10	Nº de barras por capa de armado =			10	10	10										
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) =			4095	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) =			6450	0	0										
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) =			—	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) =			—	80	80										
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =			40	120	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) =			40	120	200										
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm) =			56	120	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm) =			54	120	200										
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =			200	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) =			100	100	100										
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _t (mm²) =			4095			Área de acero comprimida, A _c (mm²) =			6450												
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm) =			56			Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm) =			54												
		Canto útil a cara superior, d (mm) =			1944			Canto útil a cara superior, d' (mm) =			54												
		Cuantía de acero traccionado, ρ =			0.0021			Cuantía de acero traccionado, ρ' =			0.0033												
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA												3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO											
2.1. Inercia homogeneizada.												3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.											
Hormigón = 2000000		Área (mm2)	ycdg (mm)	A'y (mm3)	Brazo (mm)	I cdbg (mm4)	A*brazo² (mm3)	Momento de fisuración de la sección, M _{fu} (kNm) = 2497.00															
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		1000	2.000E+09	9	6.667E+11	1.467E+08	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 2637.00																
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709		1944	6.358E+07	952	0.000E+00	4.524E+10	2.967E+10																
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 991																							
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 7.417E+11																							
2.1. Inercia fisurada.												3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.											
Auxiliar, p/p = 1.575								Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 354.67															
Auxiliar, d/d = 0.028								Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00															
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.149																							
Área (mm2) y cdbg (mm)		Brazo (mm)	I cdbg (mm4)	A*brazo² (mm3)	Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 7.61					OK													
Hormigón = 289748		145	-145	2.027E+09	6.081E+09	Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 49.36					OK												
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54	-235	0.000E+00	2.855E+09	Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 346.82					OK												
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709		1944	1654	0.000E+00	8.949E+10	Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 346.82					OK												
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 290																							
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm⁴) = 1.005E+11																							

SECCIÓN 4

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08											
LOSADA DE FONDO S-2 H= 2.0 m											
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.											
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.				1.3. Armado Compresión de la sección.		CAPA1		CAPA 2 CAPA 3	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #9				Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #9		0		0	
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras = 1				Agrupaciones de las barras = 1		1		1	
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 10				Nº de barras por capa de armado = 10		10		10	
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450				Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450		0		0	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---				Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---		80		80	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40				Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40		120		200	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm) = 54				Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm) = 54		120		200	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100				Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100		100		100	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _t (mm²) = 6450				Área de acero comprimida, A _c (mm²) = 6450					
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm) = 54				Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm) = 54		120		200	
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1946				Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54		100		100	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0033				Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0033					
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA											
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm2) y cdg (mm)		A'y (mm3)		Brazo (mm) I cdg (mm4)		A*brazo² (mm3)			
Hormigón = 2000000		1000		2.000E+09		0		6.667E+11		0.000E+00	
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54		2.800E+06		-946		0.000E+00		4.607E+10	
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 51520		1946		1.002E+08		946		0.000E+00		4.607E+10	
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 1000											
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 7.588E+11											
2.1. Inercia fisurada.		Auxiliar, p/p = 1.000		Auxiliar, d/d = 0.028		Profundidad relativa fibra neutra fisurada, xfs/d = 0.186					
		Área (mm2) y cdg (mm)		Brazo (mm)		I cdg (mm4)		A*brazo² (mm3)			
Hormigón = 362468		181		-181		3.969E+09		1.191E+10			
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54		-308		0.000E+00		4.891E+09			
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 51520		1946		1583		0.000E+00		1.291E+11			
Fibra neutra fisuración, x _{fs} (mm) = 362											
Inercia fisurada de la sección, I _u (mm⁴) = 1.499E+11											
3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO											
3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.											
Momento de fisuración de la sección, M _{fu} (kNm) = 2576.00											
Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 2715.00											
3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.											
Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00											
Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00											
3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.											
Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 6.57 OK											
Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 44.58 OK											
Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 229.04 OK											
Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 229.04 OK											

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

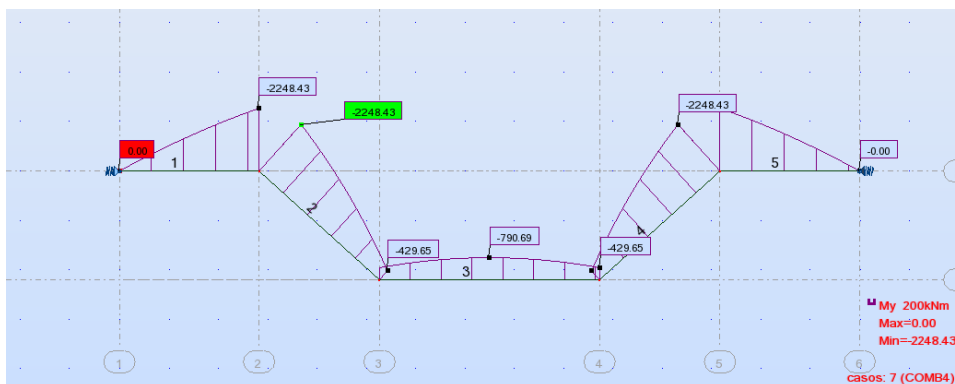
COMPROBACIÓN DEL ESTADO LIMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSADO DE FONDO S-2 H= 2.0 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.			CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	1.3. Armado Compresión de la sección.	
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10			0	0	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, # = #9	
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1	
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 5			10	10	10	Nº de barras por capa de armado = 10	
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 4095			0	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---			80	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 56			120	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 54	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 200			100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 4095						Área de acero comprimida, A _s (mm²) = 6450	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 56						Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 54	
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1944						Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0021						Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0033	
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm2) y cdg (mm)	A'y (mm3)	Brazo (mm)	I cdg (mm4)	A*brazo^2 (mm3)	3. Límites de TENSION EN LOS MATERIALES Y COMPROBACION EN ESTADO LIMITE DE SERVICIO		
Hormigón = 2000000		1000	2.000E+09	9	6.667E+11	1.467E+08	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54	2.800E+06	-937	0.000E+00	4.524E+10	Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2497.00		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709		1944	6.358E+07	952	0.000E+00	2.967E+10	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 468.00		
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 991							LA SECCIÓN NO FISURA		
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴) = 7.417E+11							3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.		
2.1. Inercia fisurada.		Auxiliar, p/p = 1.575					Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 354.67		
Auxiliar, d'/d = 0.028							Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00		
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _f /d = 0.149							3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.		
Hormigón = 289748		145	-145	2.027E+09	6.081E+09		Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =		
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54	-235	0.000E+00	2.855E+09		Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =		
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709		1944	1654	0.000E+00	8.949E+10		Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =		
Fibra neutra fisuración, x _{fr} (mm) = 290							Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =		
Inercia fisurada de la sección, I _{fr} (mm ⁴) = 1.005E+11									

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LIMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08															
LOSADA DE FONDO S-2 H= 2.0 m															
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.															
1.1. Geometría de la sección.		1.3. Armado Tracción de la sección.					1.3. Armado Compresión de la sección.								
Ancho de la sección, b (mm) = 1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #10					CAPA1	CAPA 2	CAPA 3	CAPA1			CAPA 2	CAPA 3	
Altura de la sección, h (mm) = 2 000		Agrupaciones de las barras = 1					1	1	1	Agrupaciones de las barras = 1			1	1	1
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 5					10	10	10	Nº de barras por capa de armado = 10			10	10	10
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 4095					0	0	0	Área de armado por capa, A _s (mm²) = 6450			0	0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---					80	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _c (mm) = ---			80	80	80
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40					120	200	200	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120	200	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 56					120	200	200	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mecc} (mm) = 54			120	200	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 200					100	100	100	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 100			100	100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 4095								Área de acero comprimida, A _s ' (mm²) = 6450					
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 56								Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mecc} (mm) = 54					
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 1944								Canto útil a cara superior, d' (mm) = 54					
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0021								Cuantía de acero traccionado, ρ' = 0.0033					
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA															
2.1. Inercia homogeneizada.		Área (mm2)	y cdg (mm)	A'y (mm3)	Brazo (mm)	I cdg (mm4)	A*brazo² (mm3)	3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO							
		Hormigón = 2000000	1000	2.000E+09	9	6.667E+11	1.467E+08	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54	2.800E+06	-937	0.000E+00	4.524E+10		Momento de fisuración de la sección, M _{fr} (kNm) = 2497.00							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709		1944	6.358E+07	952	0.000E+00	2.967E+10		Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 2209.00							
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm) = 991								LA SECCIÓN NO FISURA							
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm⁴) = 7.417E+11								3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.							
								Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 354.67							
								Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00							
2.1. Inercia fisurada.		Auxiliar, p/p = 1.575						3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.							
		Auxiliar, d'/d = 0.028						Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) =							
		Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _f /d = 0.149						Tensión Compresión en armado superior, σ _s (MPa) =							
			Área (mm2) <td>y cdg (mm)<td>Brazo (mm)<td>I cdg (mm4)<td>A*brazo² (mm3)<td colspan="5">Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ_s (MPa) =</td></td></td></td></td>	y cdg (mm) <td>Brazo (mm)<td>I cdg (mm4)<td>A*brazo² (mm3)<td colspan="5">Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ_s (MPa) =</td></td></td></td>	Brazo (mm) <td>I cdg (mm4)<td>A*brazo² (mm3)<td colspan="5">Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ_s (MPa) =</td></td></td>	I cdg (mm4) <td>A*brazo² (mm3)<td colspan="5">Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ_s (MPa) =</td></td>	A*brazo² (mm3) <td colspan="5">Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ_s (MPa) =</td>	Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) =							
Hormigón = 289748		145	-145	2.027E+09	6.081E+09			Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) =							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 51520		54	-235	0.000E+00	2.855E+09										
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 32709		1944	1654	0.000E+00	8.949E+10										
Fibra neutra fisuración, x _{fr} (mm) = 290															
Inercia fisurada de la sección, I _{fr} (mm⁴) = 1.005E+11															

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3 de 1.50m de canto

Para los momentos en situación de servicio presentados a continuación y considerando el armado dispuesto por cálculo, se obtiene:



Esfuerzos flectores My para la combinación de subpresión en ELS

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08									
LOSA DE FONDO S-3 H= 1.5 m									
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.									
1.1. Geometría de la sección.			1.2. Armado Tracción de la sección.			1.3. Armado Compresión de la sección.			
Ancho de la sección, b (mm)	1 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, #	8	0	Calibre Armadura Compresión longitudinal, #	8	0	0
Altura de la sección, h (mm)	1 500		Agrupaciones de las barras	1	1	Agrupaciones de las barras	1	1	1
Recubrimiento lateral, c _{lat} (mm)	0		Nº de barras por capa de armado	10	7	Nº de barras por capa de armado	10	10	10
1.2. Características de los materiales.			Área de armado por capa, A _s (mm ²)	5090	0	Área de armado por capa, A _s (mm ²)	5090	0	0
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa)	30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm)	80	80	Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm)	80	80	
Resist. A la tracción, f _t (MPa)	3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm)	40	120	Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm)	40	120	200
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa)	26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm)	53	120	Recubrimiento mecánico por capa, r _{mech} (mm)	53	120	200
Límite elástico del acero, f _y (MPa)	420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm)	100	150	Separación entre ejes de barras por capa, s (mm)	100	100	100
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa)	210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm ²)	5090		Área de acero comprimida, A _s (mm ²)	5090		
Coefficiente de homogeneización, n	7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm)	53		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mech} (mm)	53		
			Canto útil a cara superior, d (mm)	1447		Canto útil a cara superior, d' (mm)	53		
			Cuántía de acero traccionado, ρ	0.0035		Cuántía de acero traccionado, ρ'	0.0035		
2. CÁLCULO DE LA INERCIA HOMOGENEIZADA Y LA INERCIA FISURADA									
2.1. Inercia homogeneizada.			3. LÍMITES DE TENSIÓN EN LOS MATERIALES Y COMPROBACIÓN EN ESTADO LÍMITE DE SERVICIO						
Área (mm ²) y cdg (mm)	Área (mm ²) y cdg (mm)	Área (mm ²) y cdg (mm)	3.1. Momento de fisuración y momento de servicio.						
Hormigón = 1500000	750	1.125E+09	Momento de fisuración de la sección, M _{fs} (kNm) = 1452.00						
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 40657	53	2.143E+06	Momento en situación de servicio, M _s (kNm) = 2248.00						
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 40657	1447	5.884E+07	3.2. Límites admisibles de tensión en el hormigón y en el acero.						
Fibra neutra homogeneizada, x _{hom} (mm)	750		Límite de tracción admisible en el acero, f _{s,adm} (MPa) = 420.00						
Inercia homogeneizada de la sección, I _{hom} (mm ⁴)	3.208E+11		Límite de compresión admisible en el hormigón, σ _{c,lim} (MPa) = 18.00						
2.1. Inercia fisurada.			3.2. Cálculo de las tensiones en las armaduras.						
Auxiliar, p/p = 1.000			Tensión Compresión máxima en el hormigón, σ _c (MPa) = 9.82						
Auxiliar, d'/d = 0.036			Tensión Compresión en armado superior, σ' _s (MPa) = 62.22						
Profundidad relativa fibra neutra fisurada, x _{fs} /d = 0.192			Tensión Tracción en c.d.g. armado inferior, σ _s (MPa) = 324.15						
Área (mm ²) y cdg (mm)	Área (mm ²) y cdg (mm)	Área (mm ²) y cdg (mm)	Tensión Tracción en armadura extrema inferior, σ _s (MPa) = 324.15						
Hormigón = 277271	139	-139							
Acero Sup. Homogeneizado (Comp) = 40657	53	-225							
Acero Inf. Homogeneizado (Trac) = 40657	1447	1170							
Fibra neutra fisurada, x _{fs} (mm)	277								
Inercia fisurada de la sección, I _{fs} (mm ⁴)	6.481E+10								

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.2.6. Dimensionamiento a rasante

Losa S1 de 1.00m de canto

La conexión entre la losa de fondo y la pantalla de pilotes se realizará mediante barras de armado dispuestas a modo de anclajes a posteriori, con taladros rellenos de resinas epoxi.

Para el diseño de la conexión, se obtendrá el esfuerzo a rasante que debería resistir cada conexión en los pilotes secundarios, ya que se propone disponer de estos anclajes únicamente en los pilotes que van armados (pilotes secundarios).

Así, considerando una separación entre pilotes secundarios de $2 \times 0,70 = 1,40$ m. y un cortante en el apoyo de 609 kN/m se obtiene un esfuerzo rasante de cálculo de $V_d = 1,4 \cdot 609 = 853$ kN

Así el dimensionamiento a rasante queda:

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA - ACI 318-08	
LOSA FONDO	
Resist. comp. del hormigón, f_c (MPa) =	30
Resist. tracción del acero, f_y (MPa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (MPa) =	0.7
Coeficiente rozamiento, μ =	1
Ancho de la junta, A (m) =	1.40
Canto losa, h (m) =	1.00
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	1400000
Nº de barras en junta, n =	1
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	25
Nº de barras en junta, n =	1
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	16
Área de armado en junta, A_v (mm ²) =	709
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1277.78
Resistencia rasante máxima, V_n (kN) =	7700.00
Coeficiente de minoración, Φ =	0.90
Resistencia a rasante cálculo, ΦV_n (kN) = 1150.00	

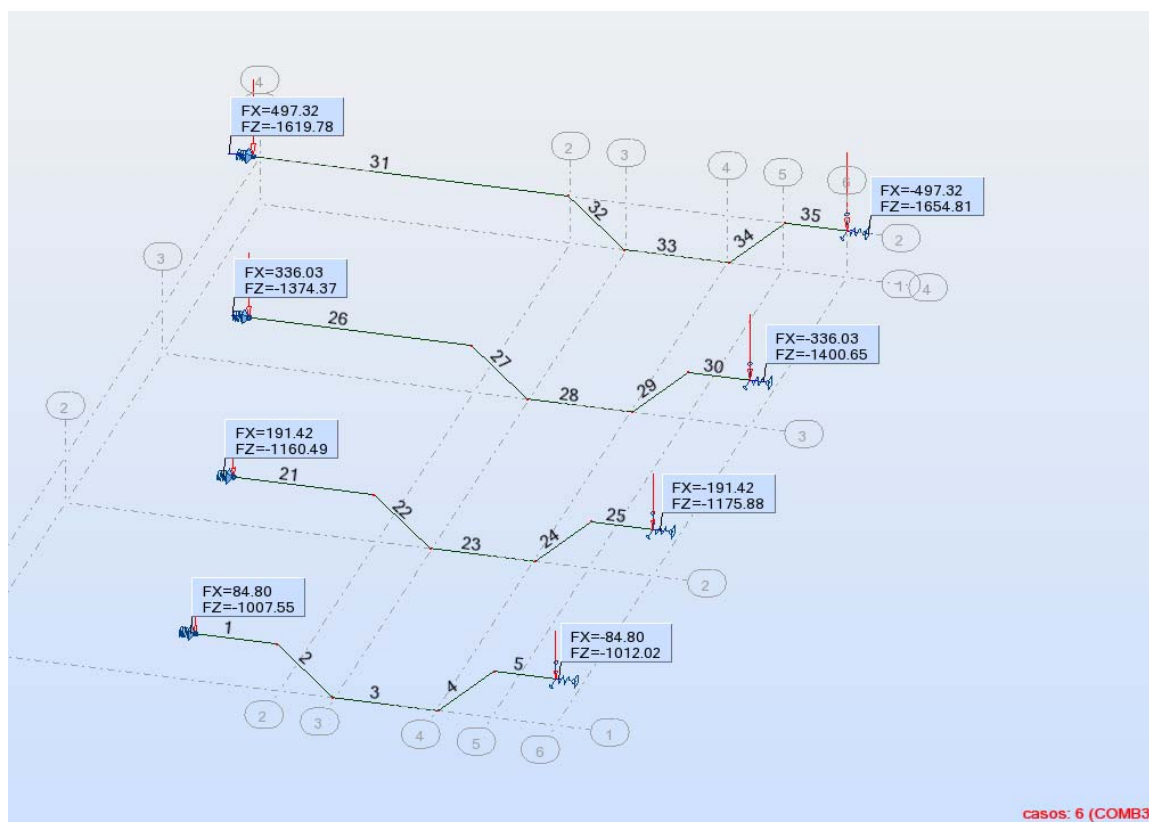
Se dispone en cada pilote secundario un anclaje superior de 1#8 y de un anclaje inferior de 1#5.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S2 de 2.00m de canto

La losa de fondo del tramo 2 de la trinchera, al igual que el tramo anterior, se apoya en las pantallas. Estos apoyos se generarán mediante barras corrugadas colocadas a posteriori de la ejecución de la pantallas, con resinas epoxi.

Para el cálculo se considera las siguientes reacciones en la unión:



Se comprueba la junta según la ACI 318-08 para una junta colocada contra una superficie de hormigón endurecido, limpia y libre de nata, a la cual no se le ha introducido una rugosidad intencional.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 1

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	2
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	2000000
V_d (kN) =	1654
P_d (kN)	497
Nº de barras cara superior/m =	3
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Área de armado en junta, A_v (mm ²)	4021
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	2 351.55
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	11 000.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 763.66

- DIMENSIONAMIENTO CORRECTO

SECCIÓN 2

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	2
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	2000000
V_d (kN) =	1400
P_d (kN)	336
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	29
Área de armado en junta, A_v (mm ²)	2930
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1 979.84
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	11 000.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 484.88

DIMENSIONAMIENTO CORRECTO

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

SECCIÓN 3

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	2
Superficie de la junta, Ac_v (mm ²) =	2000000
V_d (kN) =	1175
P_d (kN)	191
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	29
Área de armado en junta, A_v (mm ²)	2930
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1 892.84
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	11 000.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 419.63
DIMENSIONAMIENTO CORRECTO	

SECCIÓN 4

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	2
Superficie de la junta, Ac_v (mm ²) =	2000000
V_d (kN) =	1012
P_d (kN)	84
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	29
Área de armado en junta, A_v (mm ²)	2930
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1 828.64
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	11 000.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 371.48
DIMENSIONAMIENTO CORRECTO	

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

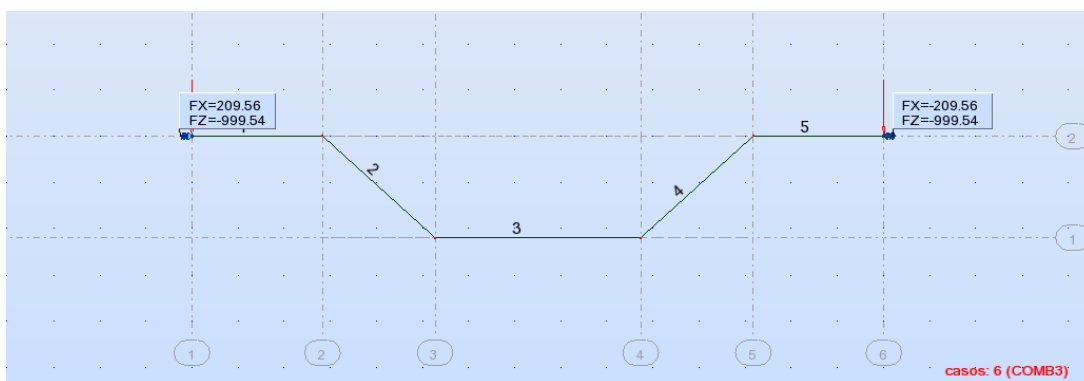
La sección 1, de mayor luz, necesita un mayor armado a rasante pero como comprobaremos posteriormente en el cálculo de la losa mediante un modelo completo en 3D y teniendo en consideración la existencia de un muro intermedio, llegamos a la conclusión que el cortante último en la losa será inferior al obtenido en este predimensionamiento mediante modelos tipo barra.

De momento, para la losa de 2.00 m de espesor, se propone en la junta un armado de #10/0.50 (cara sup.) + #9/0.50 (cara inf.), que cumplirían las tres últimas secciones.

Losa S3 de 1.50m de canto

La losa de fondo del tramo 3 de la trinchera también se apoya en las pantallas. Estos apoyos se generarán mediante barras corrugadas colocadas a posteriori de la ejecución de la pantallas, con resinas epoxi.

Para el cálculo se considera las siguientes reacciones en la unión:



Se comprueba la junta según ACI 318-08 para una junta colocada contra una superficie de hormigón endurecido, limpia y libre de nata, a la cual no se le ha introducido una rugosidad intencional.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	1.5
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	1500000
V_d (kN) =	999
P_d (kN)	209
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	29
Área de armado en junta, A_v (mm ²)	2930
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1 643.64
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	8 250.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 232.73

DIMENSIONAMIENTO CORRECTO

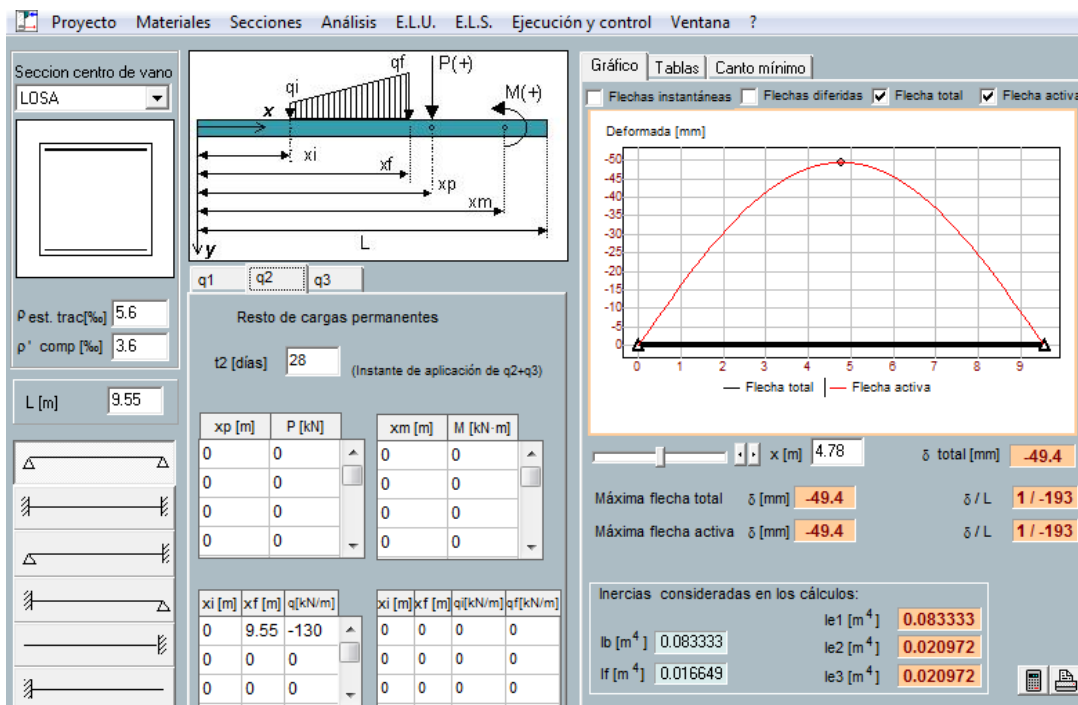
Para la losa de 1.50 m de espesor se propone en la junta un armado de #10/0.50 (cara sup.) + #9/0.50 (cara inf.)

8.2.7. Deformaciones

Losa S1 de 1.00m de canto

Para obtener la deformación máxima de la losa se aplicará la ecuación de Branson para la obtención de la inercia equivalente considerando la fisuración del elemento y así obtener la flecha total instantánea y la flecha diferida en estado infinito.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Se obtiene para tiempo infinito una flecha total de 49,4 mm.

8.3. CALCULO COMPLETO DE LA LOSA DE FONDO

Hasta ahora se ha estudiado el comportamiento transversal de la losa. A partir de los datos anteriores, a continuación se hace un modelo en 3D de toda la losa, para tener en cuenta los esfuerzos tanto longitudinal como transversal.

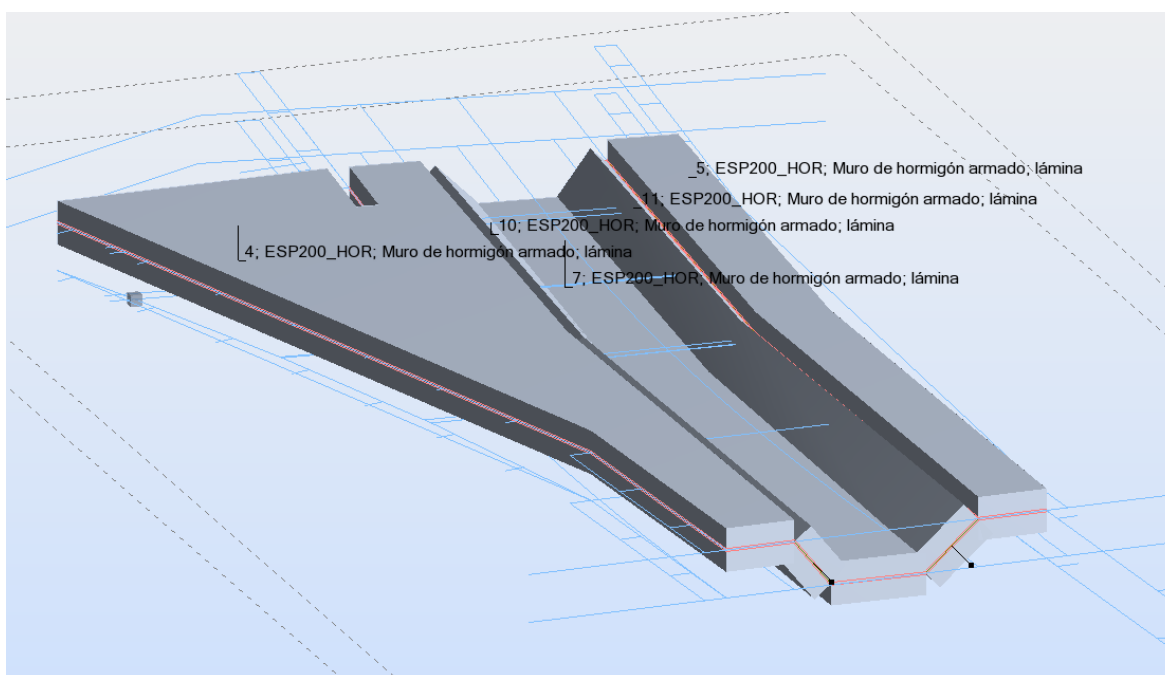
En este escenario se considera que el nivel freático se ha restituido a su estado inicial, ya que una vez acabadas las obras se interrumpe el proceso de bombeo.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

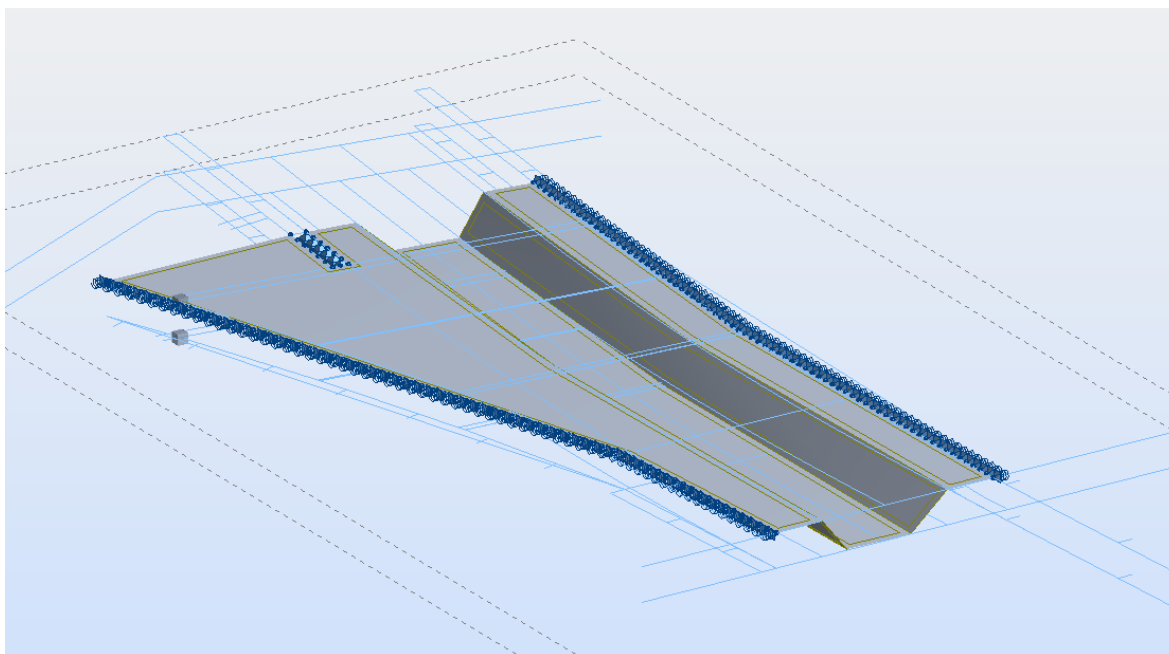
Como puede ocurrir que se deje de bombear agua antes que se completa ejecución de las estructuras secundarias de la estación (andenes, escaleras, etc...), no se tiene en cuenta el peso propio de estos elementos ya que son favorables para el cálculo.

8.3.1. Geometría, apoyos y cargas consideradas

Losa S2 de 2.0m de canto



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



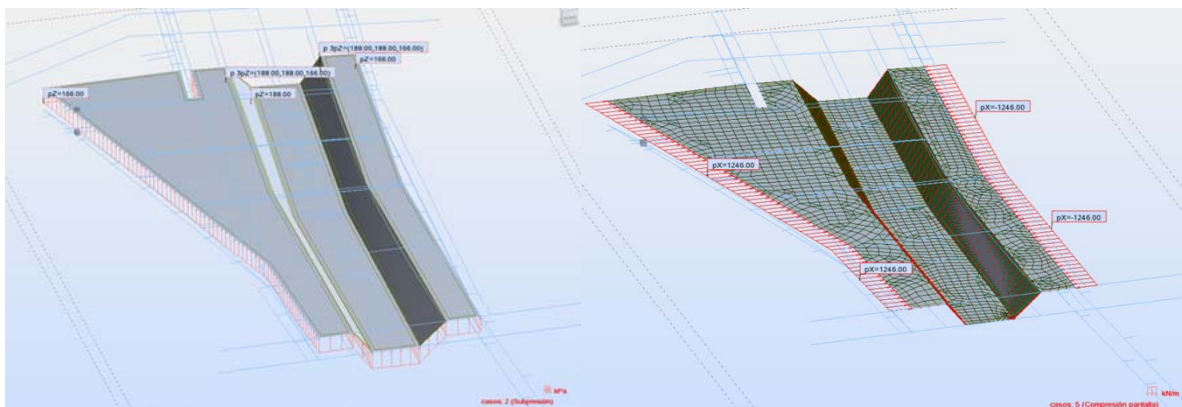
Las condiciones de apoyo de la losa en el tramo 2, son:

- En las pantallas laterales, se considera apoyada verticalmente, y en sentido horizontal, se dispone un muelle de 230 000 kN/m.
- La losa no se apoya en el terreno ya que se despega del terreno por el efecto del agua, por lo que no se dispone del muelle horizontal que representa el terreno.

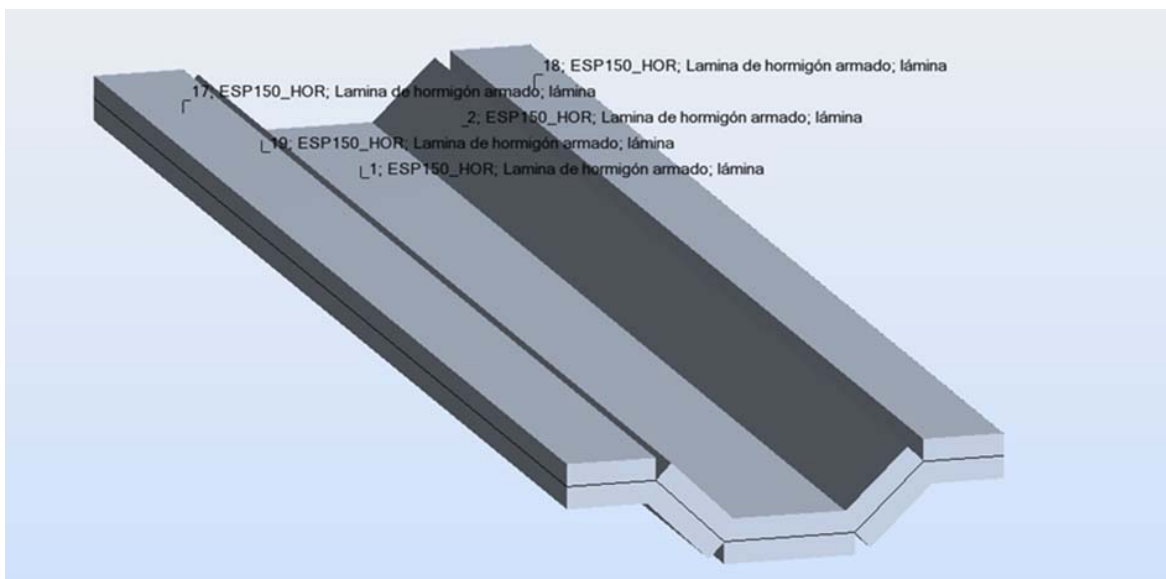
Las acciones que se aplican en la losa, teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el punto 7.2.1 a cerca del incremento de subpresiones, son las siguientes:

- Empuje del nivel freático; $WA = -166 \text{ kN/m}^2$ y -188 kN/m^2 , en la parte más profunda
- Compresión de la pantalla debido a la retirada de los puntales; $EH=1246 \text{ KN}$.
- Peso propio de la losa; $DC = 50 \text{ kN/m}^2$.

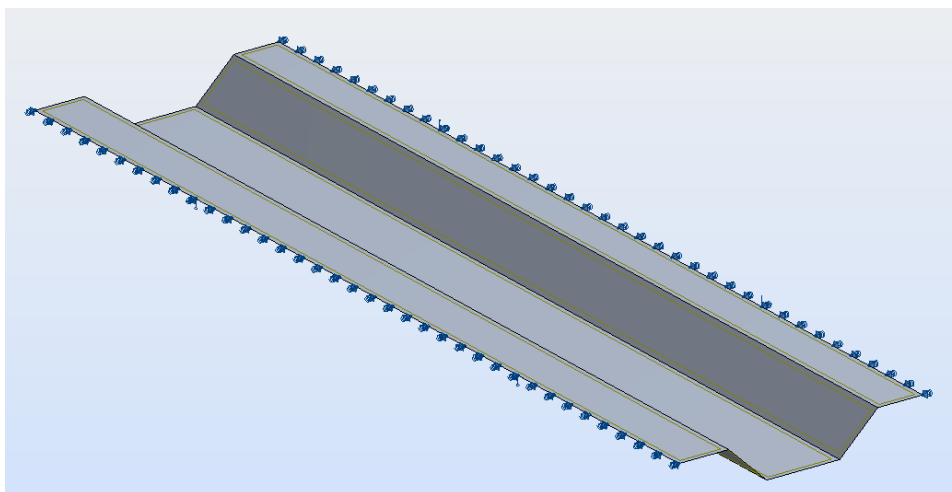
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



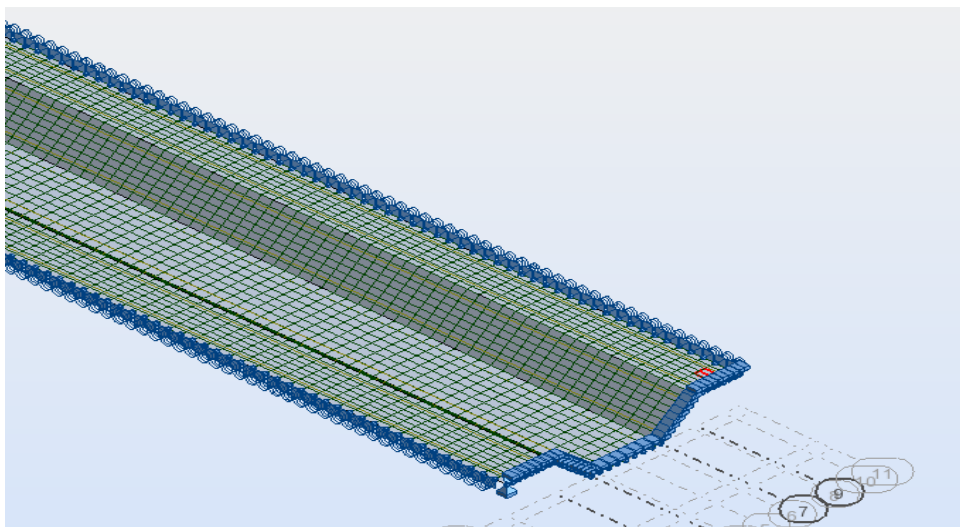
Losa S3 de 1.5m de canto



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Tramo central losa S3



Losa con apoyo en zona de pozo de bombeo

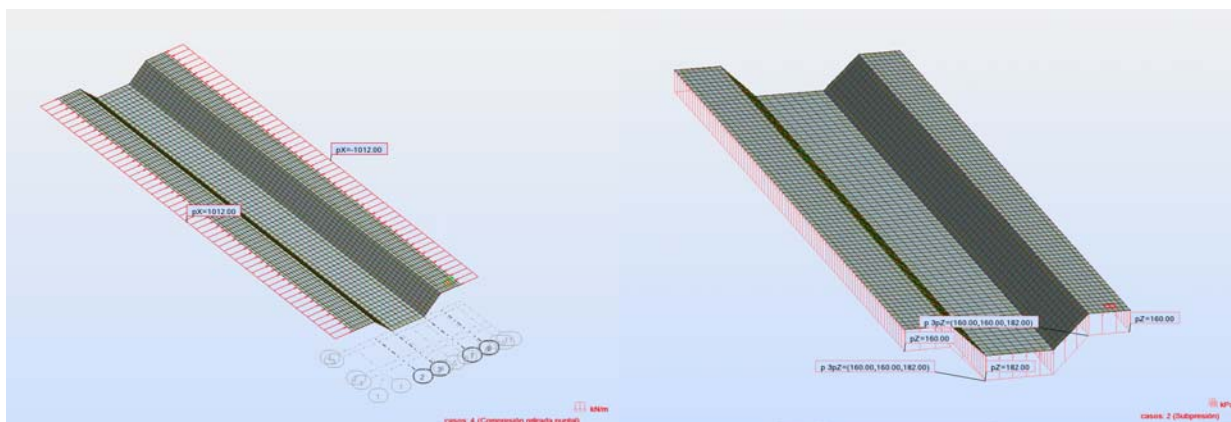
Las condiciones de apoyo de la losa en el tramo 3, son:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- En las pantallas laterales, se considera apoyo vertical, y un muelle horizontal de 210 000 kN/m. En zona final (pozo de bombeo) se tiene un apoyo vertical.
- La losa no se apoya en el terreno ya que se despega del terreno por el efecto del agua, por lo que no se dispone del muelle horizontal que representa el terreno.

Las acciones que se aplican en la losa, teniendo en cuenta las consideraciones expuestas en el punto 7.2.1 a cerca del incremento de subpresiones, son las siguientes:

- Empuje del nivel freático; $WA = -140 \text{ kN/m}^2$ y -162 kN/m^2 , en la parte más profunda
- Compresión de la pantalla debido a la retirada de los puntales; $EH=1012 \text{ KN}$.
- Peso propio; $DC = 37,5 \text{ kN/m}^2$.



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

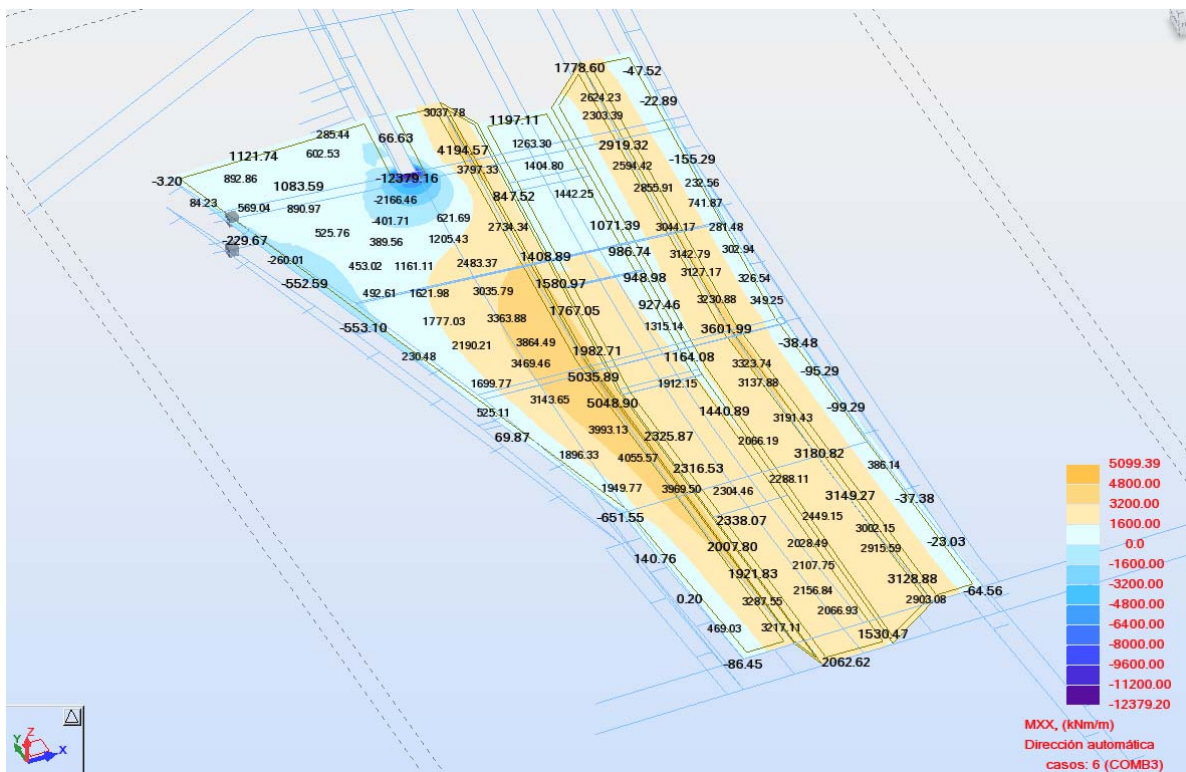
8.3.2. Dimensionamiento a flexión

A continuación se presenta los diferentes mapas de esfuerzos y las comprobaciones correspondientes para las secciones pésimas.

Losa S2

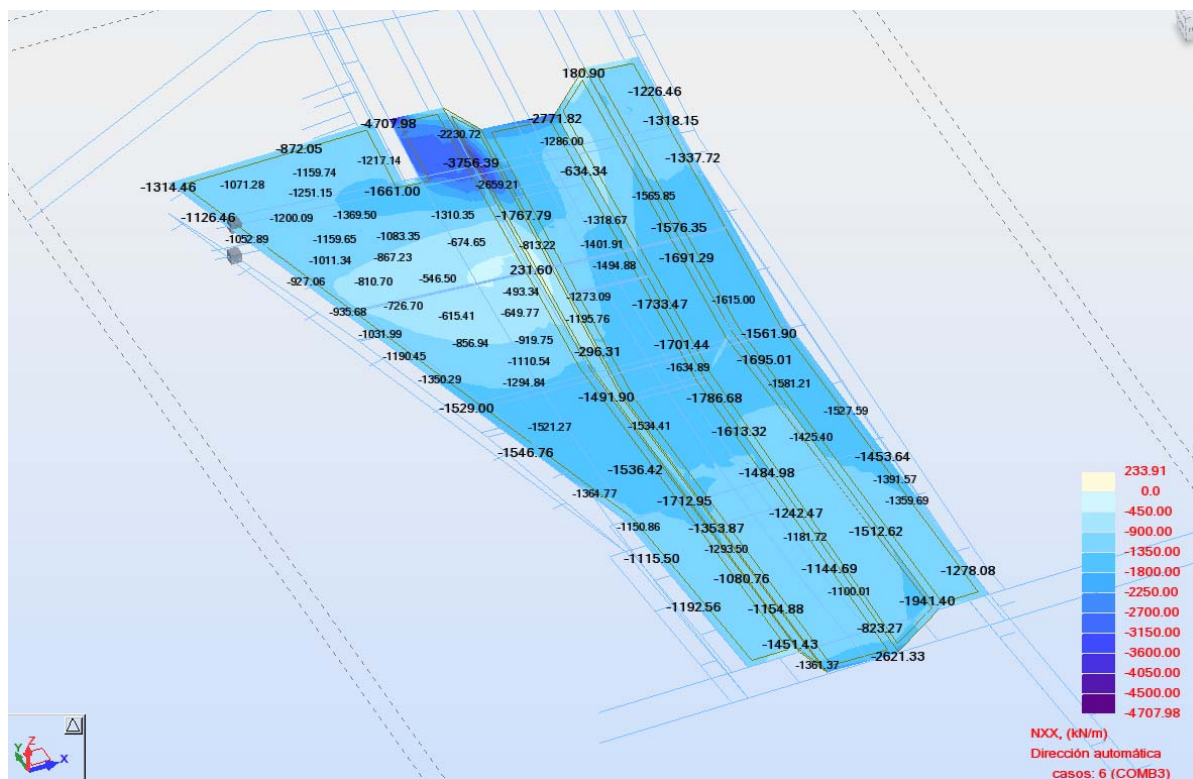
La combinación de carga para el estado límite de Resistencia IV, según la ASSHTO:

RESISTENCIA IV (COMB 3): 0.90 DC + 1.00 WA + 0.90 EH



Momentos flectores M_{xx} para la hipótesis de subpresión (ELU)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Esfuerzos axiles Nxx para la hipótesis de subpresión (ELU)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	411.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	5973.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	6363.45
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	196
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003		177
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	Compresión en cara superior, C (kN) =	4170.81
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-3759.81
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004		-3357.72
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) =	200 000	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	89.52
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	65.00
		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00
		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	89.52
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00

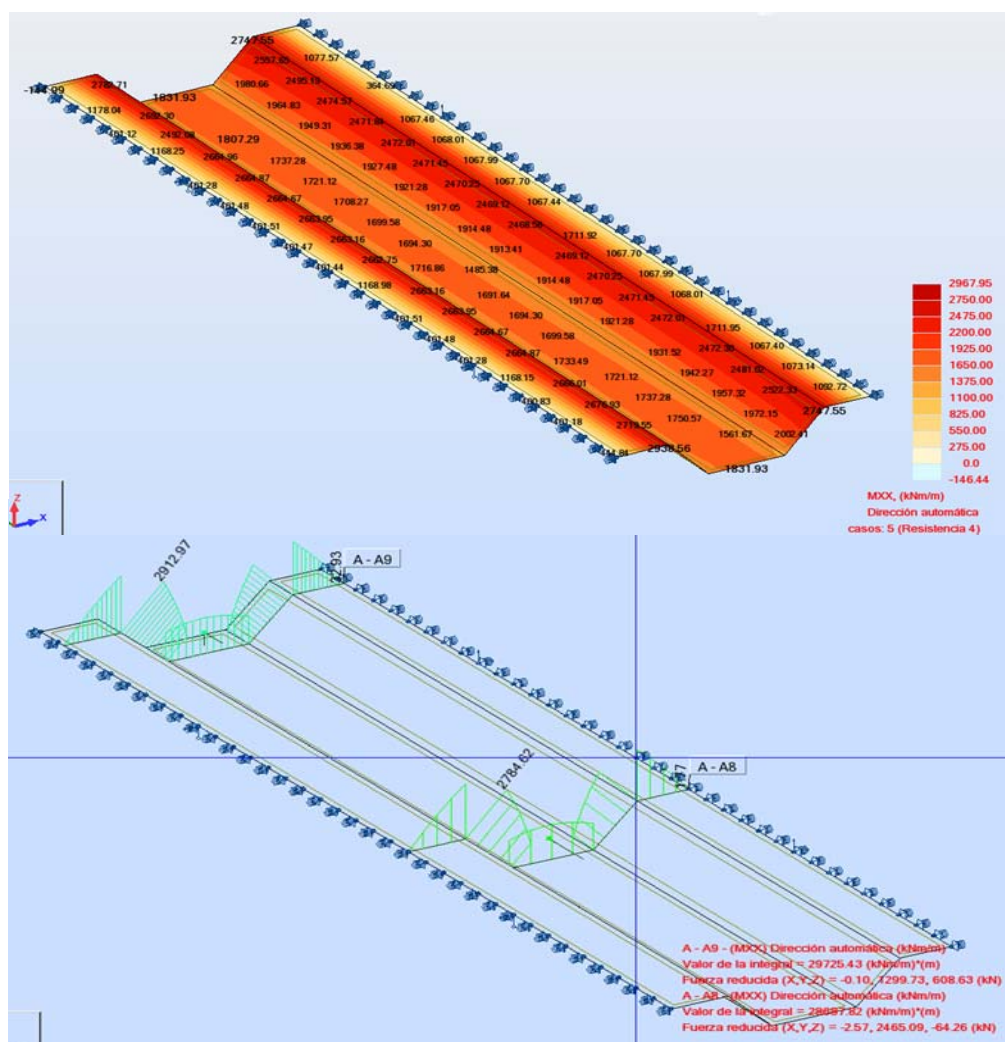
DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) =	1 000	Axil de cálculo de la sección, Nd (kN) =	1120.00
Altura de la sección, h (mm) =	2 000	Momento de cálculo en la sección, Md (kNm) =	4485.00
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) =	50	Coefficiente Capacidad de Carga, Φ =	0.82
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) =	50		0.90
Canto útil de la sección, d (mm) =	1 950	3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) =	50	3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) =	5549.00
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) =	30	Profundidad fibra neutra, x (mm) =	170
Deformación última hormigón a flexión simple, ϵ_c =	0.003		153
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, η =	0.850	3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Coefficiente de diagrama tensión-deformación, β_1 =	0.836	Compresión en cara superior, C (kN) =	3615.93
Límite elástico del acero, f_y (MPa) =	420	Tracción a nivel del armado, T (kN) =	-2495.93
Deformación última del acero a flexión simple, ϵ_t =	0.004		-2149.30
Módulo de elasticidad del acero, Es (MPa) =	200 000	3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	59.43
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) =	836	Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) =	0.00
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) =	28509.55	3.4. Cálculo armados mínimos.	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) =	731	Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) =	65.00
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) =	1147	Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) =	65.00
		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) =	36.00
		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) =	65.00
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) =	0.00

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3

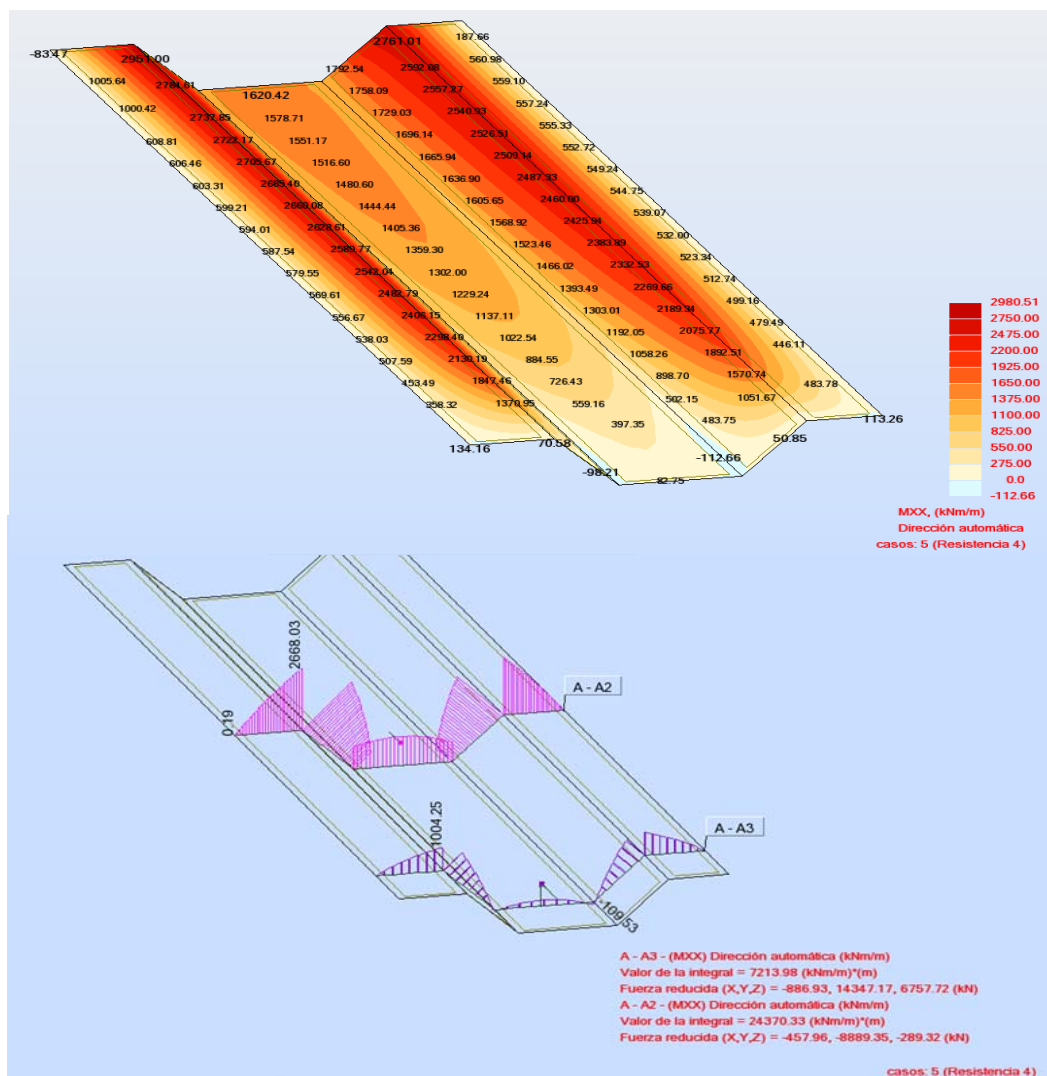
La combinación de carga para el estado límite de Resistencia IV, según la ASSHTO:

RESISTENCIA IV : 0.90 DC + 1.00 WA + 0.90 EH



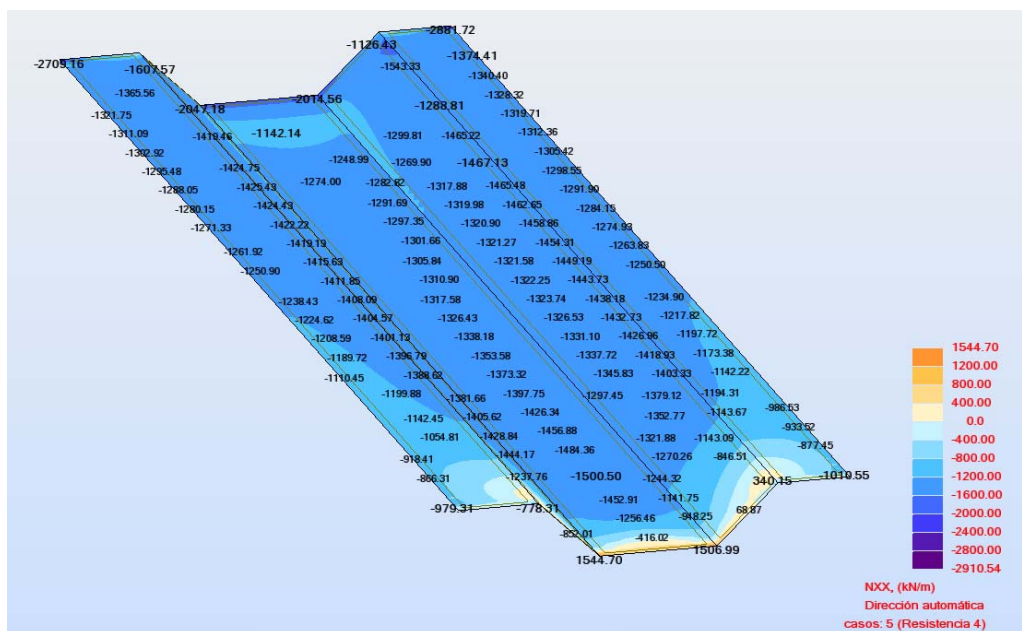
Mom. flectores Mxx para la hipótesis de subpresión, en zona central (ELU)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

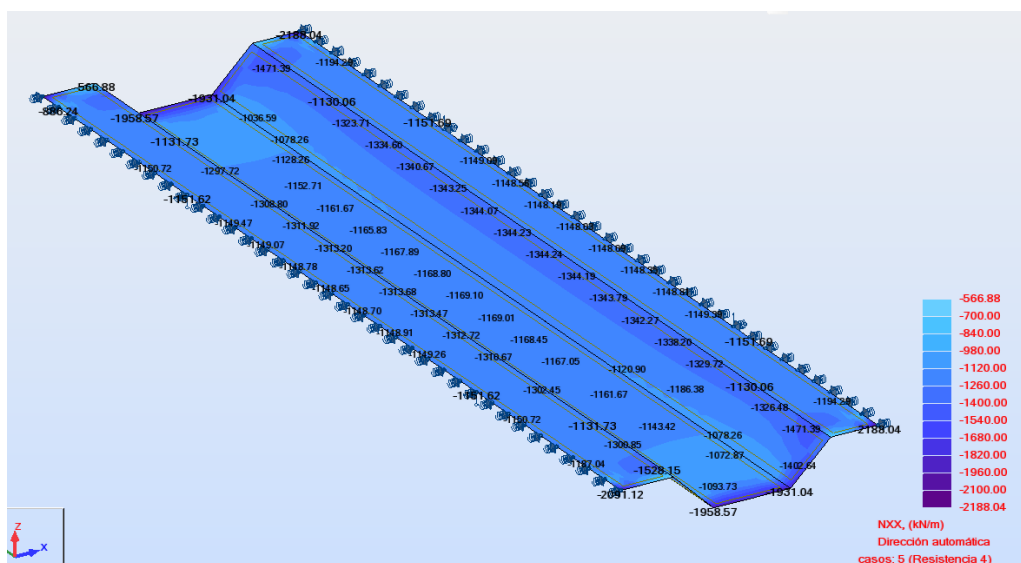


Mom. flectores Mxx para la hipótesis de subpresión, en zona de conexión con pozo de bombeo (ELU)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Esfuerzos axiles Nxx para la hipótesis de subpresión, zona de conexión con pozo de bombeo (ELU)

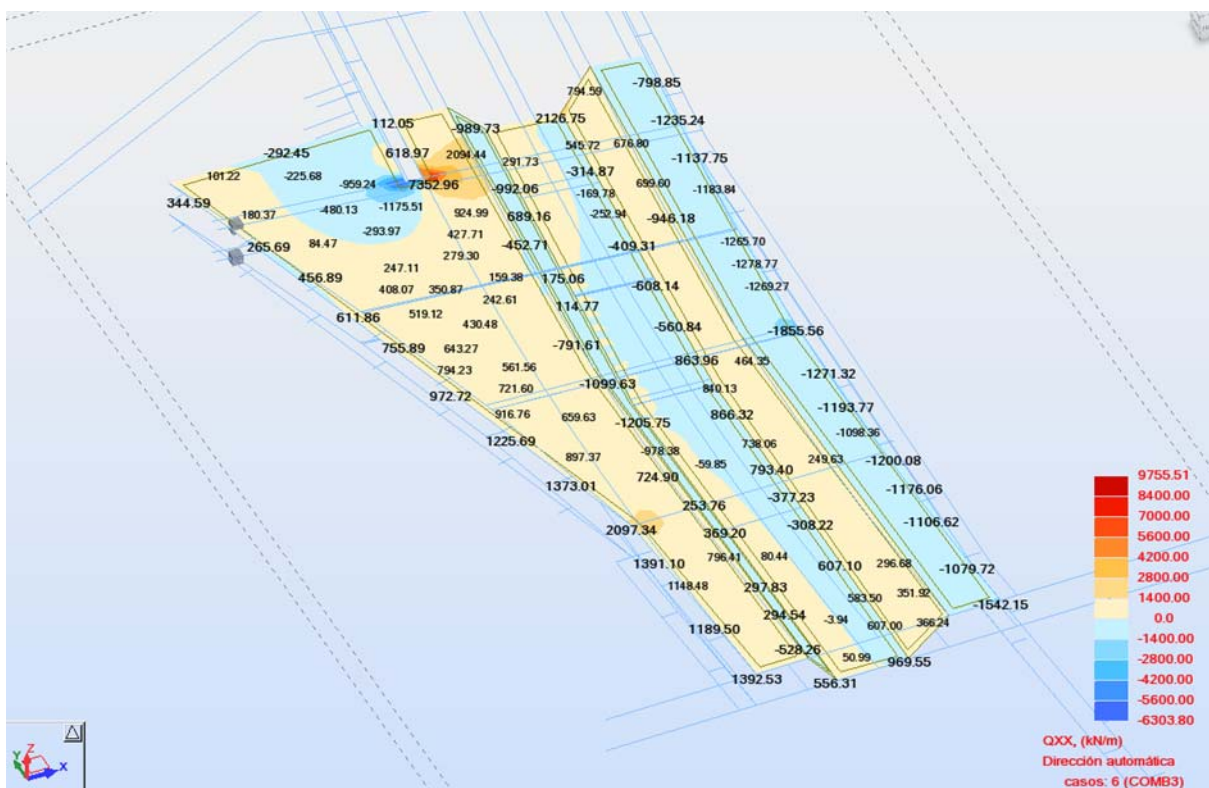


Esfuerzos axiles Nxx para la hipótesis de subpresión, zona central (ELU)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.3.3. Dimensionamiento a cortante

Losa S2



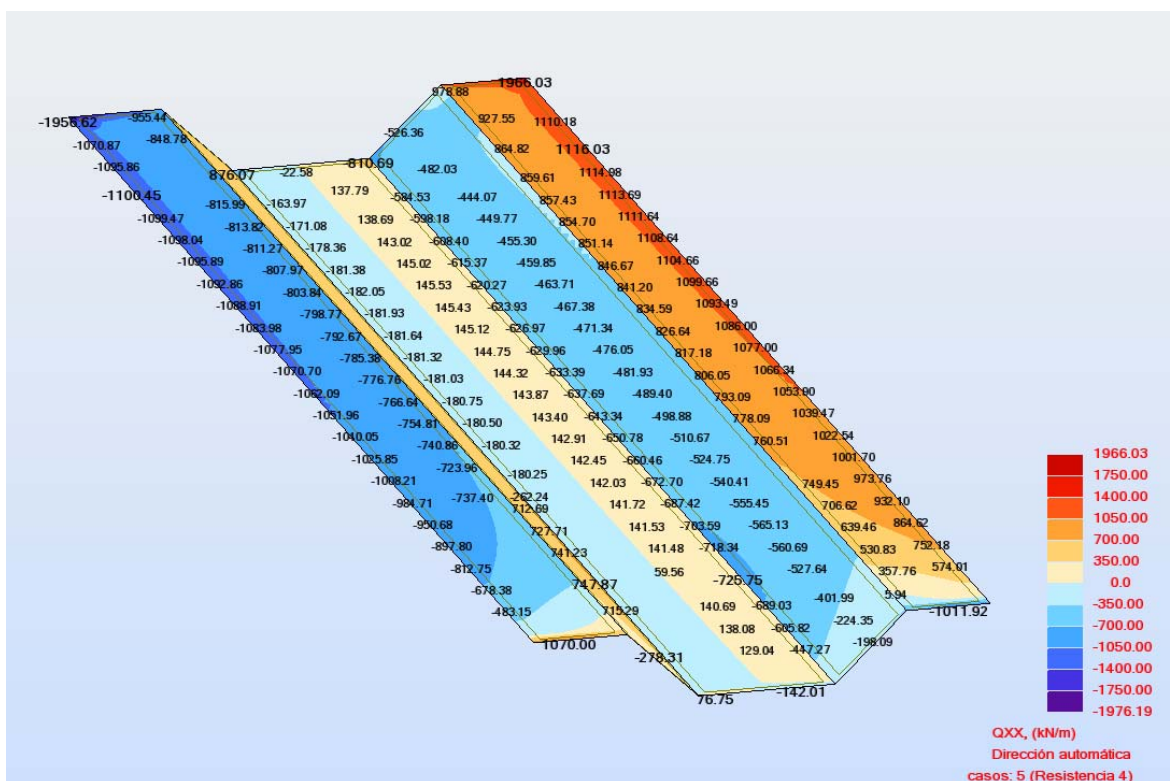
Esfuerzos cortantes Q_{xx} para la hipótesis de subpresión ELU

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S2 H=2 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 2000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 2000000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 75 Canto útil de la sección, d (mm) = 1925 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 3.1169 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{az}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1500.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 5060.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1360.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1888.44 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1755.09 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 3920.94 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 0.67 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 3373.84 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1755.09 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, $Sep.Max$ (cm) = 60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3



Esfuerzos cortantes Qxx para la hipótesis de subpresión ELU

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
LOSA DE FONDO- S3 H=1,5 m	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 1000 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1500000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 75 Canto útil de la sección, d (mm) = 1425 1.2. Armado de la sección. Inclinación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 60 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 4.2105 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 1120.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 1000.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1397.62 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1350.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 2496.52 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1397.62 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 8.33 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 8.33 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 60

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.3.4. Dimensionamiento en servicio

Respecto a la fisuración, la ACI-318-08 considera lo siguiente:

10.6.4 — El espaciamiento del refuerzo más cercano a una superficie en tracción, s , no debe ser mayor que el dado por:

$$s = 380 \left(\frac{280}{f_s} \right) - 2.5c_c \quad (10-4)$$

pero no mayor que $300(280/f_s)$, donde c_c es la menor distancia desde la superficie del refuerzo o acero de preesforzado a la cara en tracción. Si al refuerzo más cercano a la cara en tracción extrema corresponde a una sola barra o un solo alambre, el valor de s a utilizar en la ecuación (10-4) es el ancho de la cara en tracción extrema.

El esfuerzo calculado f_s (MPa) en el refuerzo más cercano a la cara en tracción para cargas de servicio debe obtenerse con base en el momento no mayorado. Se permite tomar f_s como 2/3 de f_y .

R10.6.4 — Esta sección fue actualizada en la edición de 2005 para tener en cuenta esfuerzos de servicio más altos que ocurren en el refuerzo de flexión cuando se utilizan las combinaciones de carga introducidas en el Reglamento de 2002. El espaciamiento máximo de las barras se establece en

forma directa para controlar la fisuración^{10.15-10.17}. Para el caso común de una viga reforzada con acero con resistencia a la fluencia de 420 MPa y 50 mm de recubrimiento libre del refuerzo principal, con $f_s = 280$ MPa, el espaciamiento máximo es 250 mm.

El ancho de fisura en estructuras es altamente variable. En ediciones del Reglamento anteriores a 1999, se daban disposiciones para la distribución del refuerzo que estaban basados en ecuaciones empíricas usando un ancho de fisura calculado de 0.4 mm. Las disposiciones actuales para el espaciamiento intentan limitar el agrietamiento superficial a un ancho que es generalmente aceptable en la práctica pero que puede variar ampliamente dentro de una estructura dada.

La influencia de las grietas en la corrosión es un tema controvertido. Las investigaciones^{10.18,10.19} muestran que la corrosión no está claramente relacionada con el ancho de fisura superficial en los rangos normalmente encontrados en los esfuerzos del refuerzo a nivel de cargas de servicio. Por esta razón, se ha eliminado la distinción entre exposición interior y exterior.

Como un primer tanteo para el cálculo de la separación, el ACI permite tomar $f_s = (2/3) \times 420 = 280$ MPa.

Con este dato se tiene que la separación máxima admisible, para un recubrimiento de 75.0mm es de 192.5mm, cumpliendo con la separación propuesta de 100mm que se está considerando.

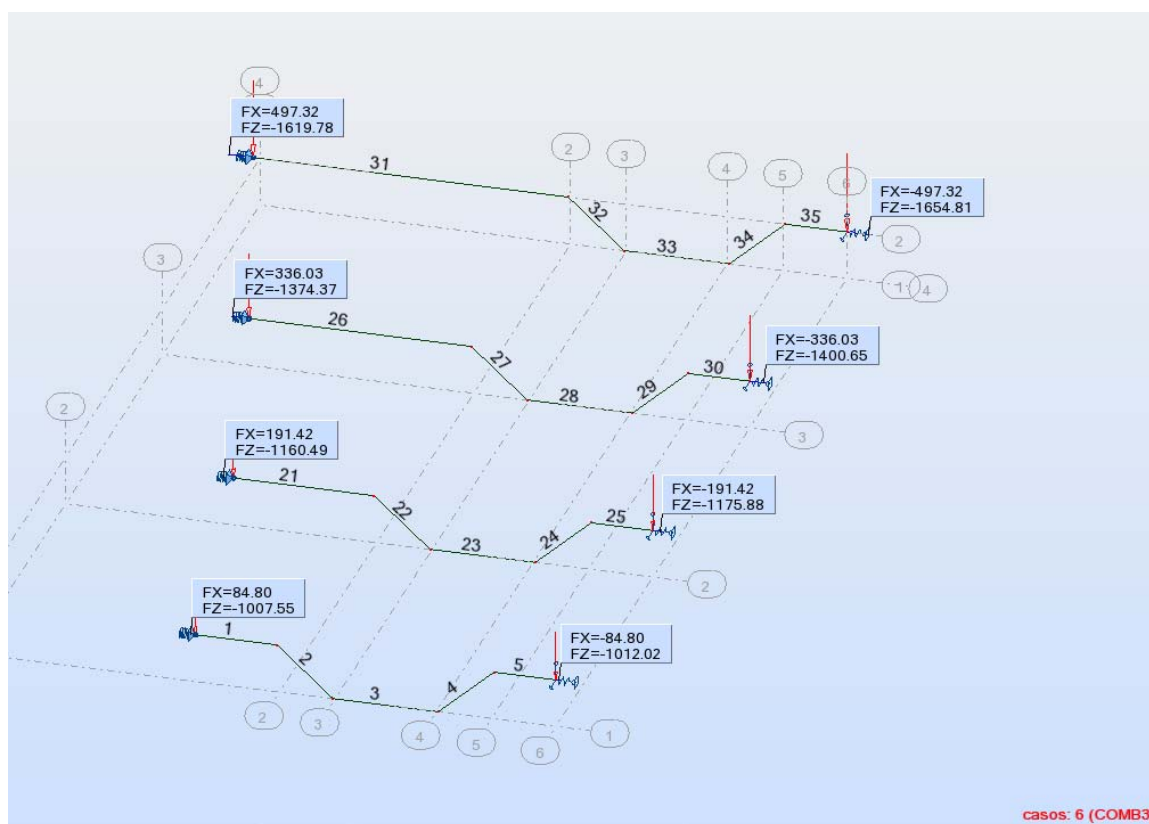
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

8.3.5. Dimensionamiento a rasante

Losa S2 de 2.00m de canto

La losa de fondo de la estación se apoya en las pantallas. Estos apoyos se generarán mediante barras corrugadas colocadas a posteriori de la ejecución de la pantallas, con resinas epoxi.

Para el cálculo se considera las siguientes reacciones en la unión:



Se comprueba la junta según ACI 318-08 para una junta colocada contra una superficie de hormigón endurecido, limpia y libre de nata, a la cual no se le ha introducido una rugosidad intencional.

SECCIÓN 1

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1.2
Canto losa, h (m) =	2
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	2400000
V_d (kN) =	1654
P_d (kN) =	497
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Área de armado en junta, A_v (mm ²) =	3217
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	2 356.88
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	13 200.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 767.66

DIMENSIONAMIENTO CORRECTO

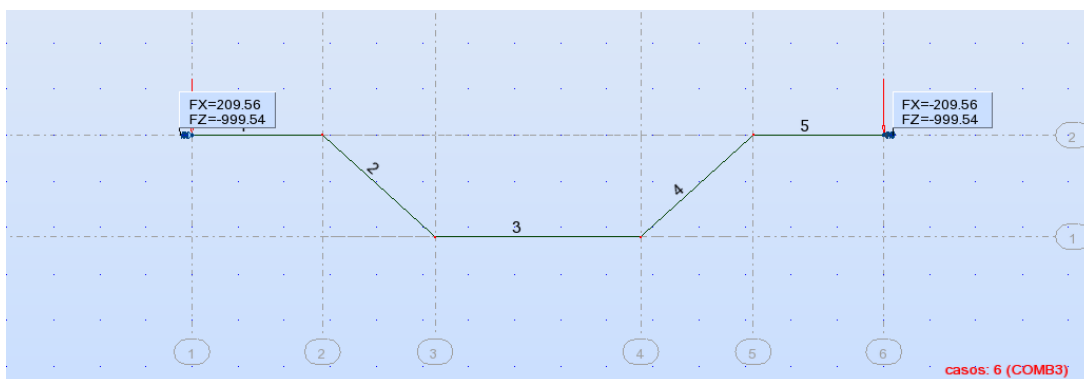
Para la losa de 1.50 m de espesor se propone en la junta un armado de #10/0.50 (cara sup.) + #9/0.50 (cara inf.)

Losa S3 de 1.50m de canto

La losa de fondo de la estación se apoya en las pantallas. Estos apoyos se generarán mediante barras corrugadas colocadas a posteriori de la ejecución de la pantallas, con resinas epoxi.

Para el cálculo se considera las siguientes reacciones en la unión:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN



Se comprueba la junta según ACI 318-08 para una junta colocada contra una superficie de hormigón endurecido, limpia y libre de nata, a la cual no se le ha introducido una rugosidad intencional.

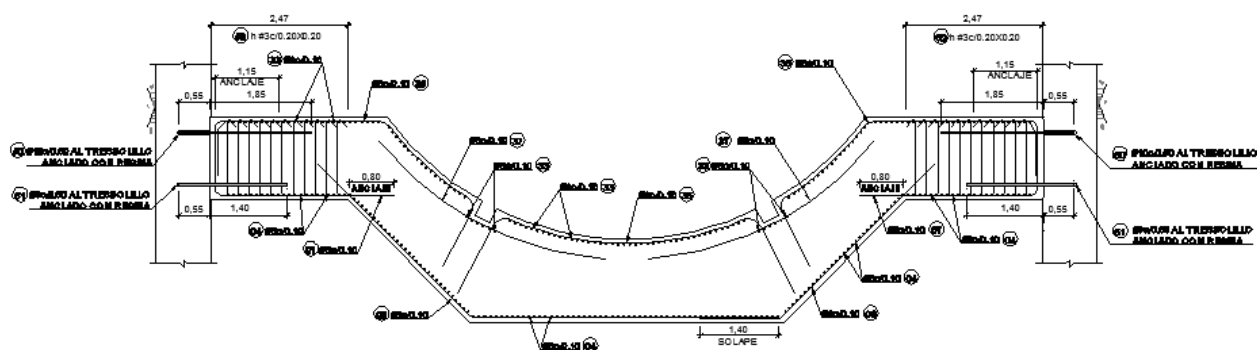
RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA ACI 318-08	
CONEXIÓN SOLERA -PANTALLA	
Resist. Comp. del hormigón, f_c (Mpa) =	30
Resist. Tracción del acero, f_y (Mpa) =	420
Coeficiente rugosidad, c (Mpa) =	0.52
Coeficiente rozamiento, μ =	0.6
Ancho de la junta, A (m) =	1
Canto losa, h (m) =	1.5
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	1500000
V_d (kN) =	999
P_d (kN) =	209
Nº de barras cara superior/m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	32
Nº de barras en cara inferior /m =	2
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	29
Área de armado en junta, A_v (mm ²) =	2930
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	1 643.64
Resistencia rasante máximo, V_n (kN) =	8 250.00
Coeficiente de minoración, ϕ =	0.75
Resistencia a rasante cálculo, ϕV_n (kN) =	1 232.73

DIMENSIONAMIENTO CORRECTO

Para la losa de 1.50 m de espesor se propone en la junta un armado de #10/0.50 (cara sup.) + #9/0.50 (cara inf.)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

Losa S3 de 1.50m de canto



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

9. DIMENSIONAMIENTO DE LOS ESTAMPIDORES

Según se ha comentado anteriormente, a lo largo de la trinchera se han dispuesto dos filas de estampidores formados por puntales de 0,8x0,8m separados 5 m en planta. Estos estampidores se pueden estudiar como un puntal articulado apoyado entre las dos filas de pilotes, considerando una luz de cálculo igual a la separación interior entre pilotes. Se considera un puntal biapoyado de 9,20 metro de luz de cálculo, 0,80 metros de ancho y 0,80 metros de canto.

Se estudiará el caso pésimo en el que las cargas transmitidas por las pantallas son máximas y se considera la ejecución de un forjado sobre los puntales por condicionantes de ventilación.

9.1. CARGAS CONSIDERADAS

Según se ha indicado en los apartados anteriores, las cargas consideradas son las siguientes:

- Peso propio del estampidor, $DC = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 25 = 16 \text{ kN/m}$.
- Reacción máxima transmitida por la pantalla, con estampidores separados 5 metros, $EH = 5 \cdot 1019 = 5095 \text{ kN}$.
- Carga muerta del forjado de ventilación, $DW = 5 \cdot 5 = 25 \text{ kN/m}$.
- Sobrecarga del forjado de ventilación, $LS = 5 \cdot 1 = 5 \text{ kN/m}$.

Por lo tanto, para las diferentes combinaciones de cargas consideradas se obtiene:

- Comb. Resistencia I $= 1,25 \cdot DC + 1,50 \cdot DW + 1,75 \cdot LS = 1,25 \cdot 16 + 1,50 \cdot 25 + 1,75 \cdot 5 = 66,25 \text{ kN/m}$.

9.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Axil de cálculo en el estampidor:

$$N_d = 1.5 \cdot 5095 = 7642 \text{ kN}$$

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

- Momento de cálculo en centro luz:

$$M_d^{CL} = \frac{66,25 \cdot 9,2^2}{8} = 700 \text{ kNm}$$

- Cortante de cálculo en apoyo:

$$V_d^A = \frac{66,25 \cdot 9,2}{2} = 304 \text{ kN}$$

9.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXOCOMPRESIÓN

Para el axil y el momento de cálculo en centro luz se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONES RECTANGULARES EN FLEXION COMPUESTA RECTA

[VOLVER AL INICIO](#)

1.- DATOS GENERALES

REGLAMENTO DE REFERENCIA: ACI 318-08			
Resistencia especificada a compresión del hormigón =	$f_c =$	30	MPa
Tensión de fluencia especificada de la armadura =	$f_y =$	420	MPa
Tipo de Estribado : 1 = estribos cerrados ; 2 = zunchos		1	
$P_n (\max) = 0.8 P_o$			
$P_o = 0.85 f_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$			
Módulo de elasticidad del acero =	$E_s =$	200000	MPa
Deformación de fluencia del acero =	$\epsilon_y =$	2.100	‰
Factor que relaciona la altura del bloque de tensiones de compresión rectangular equivalente con la profundidad del eje neutro =	$\beta_1 =$	0.832	
Cuántia mínima de la armadura traccionada =	$\rho_{\min} =$	0.0033	
Factor de reducción de la resistencia. Secciones controladas por compresión =	$\phi =$	0.65	
Factor de reducción de la resistencia. Secciones controladas por tracción =	$\phi =$	0.90	

2.- DATOS DE LA SECCION TRANSVERSAL

Ancho del borde comprimido de la sección transversal =	$b =$	0.80	m
Altura total de la sección transversal =	$h =$	0.80	m
Distancia desde la fibra comprimida extrema hasta el baricentro de la armadura longitudinal comprimida =	$d' =$	0.06	m
Recubrimiento efectivo a eje de barra =	$d_s =$	0.06	m
Ancho del hueco =	$b_h =$	0.00	m
Altura del hueco =	$h_h =$	0.00	m

Esquema



Si la armadura azul queda por debajo de la roja significa que los recubrimientos son excesivos.

3.- RELACIÓN DE ARMADURAS Y SOLICITACIONES

Relación de armaduras [0 a 1] =	$A'_s / A_s =$	1.00	
Esfuerzo axial mayorado; se debe considerar positivo para compresión y negativo para tracción =	$P_u =$	7642.00	kN
Momento mayorado =	$M_u =$	700.00	kN-m

OK

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

4.- RESULTADOS

4.1.- ARMADURAS NECESARIAS

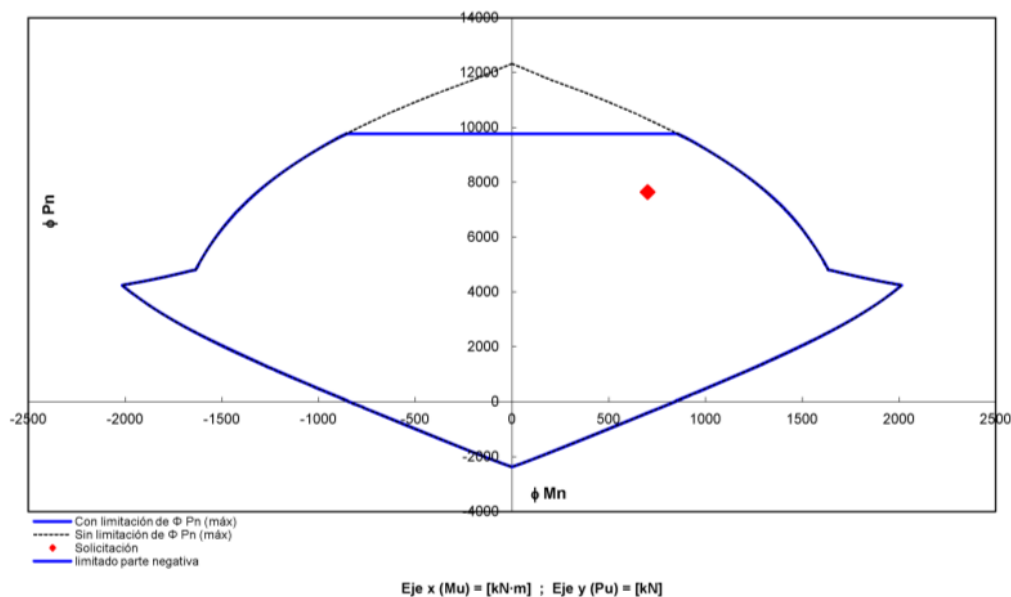
Área de la armadura longitudinal comprimida =	$A'_s =$	31.409	cm2
Área de la armadura longitudinal traccionada, no tesa =	$A_s =$	31.409	cm2
Area total de la armadura longitudinal no tesa = $A_s + A'_s =$	$A_{st} =$	62.82	cm2
Cuantía geométrica total =	$\rho =$	0.010	

Este problema puede tener más de una solución

4.2.- ARMADURAS MÍNIMAS Y MÁXIMAS

Área mínima para flexión simple =	$A_{s\ min} =$	19.73	cm2
Área total mínima como columna =	$A_{st\ min} =$	64.00	cm2
Área total máxima como columna =	$A_{st\ max} =$	512.00	cm2

5.- DIAGRAMA DE INTERACCION PARA LAS ARMADURAS NECESARIAS



Así, se propone un armado de 6#8 (30,6 cm²) para las caras horizontales y un armado de 2#8 (10,2 cm²) para las caras verticales.

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

9.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE

Para el cortante de cálculo se obtiene el siguiente armado de cálculo:

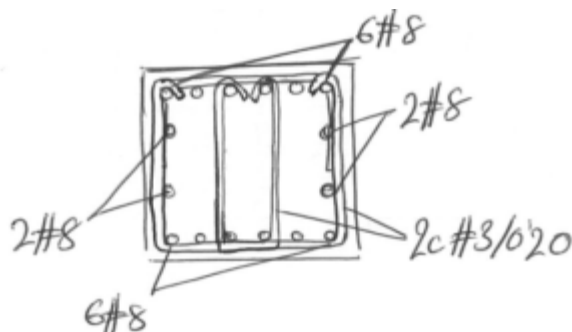
DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
ESTAMPIDOR	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 800 Canto de la sección, h (mm) = 800 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 640000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 750 1.2. Armado de la sección. Inclinação de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 0 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 0.0000 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $Raiz(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 0.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 305.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 558.68 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 525.81 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 0.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 953.04 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 525.81 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 0.00 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 0.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 6.67 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 6.67 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 38

El armado es un armado mínimo, se propone 2c#3/0,20 (14,2 cm²/m).

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

9.5. ESQUEMA DE ARMADO

Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:



10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

10. DIMENSIONAMIENTO DE LAS VIGAS DE BORDE

Según se ha comentado anteriormente, los niveles de estampidores estarán delimitados por unas vigas de borde que conectarán con los diferentes pilotes de cada alineación de la trinchera. Estas vigas de borde son de 1,0x0,8m y con chaflán de 0,5m en los entronques con los estampidores.

Estas vigas se estudiarán como elementos biempotrados entre los distintos estampidores, por lo que se estudiará una viga de 5 metros de luz empotrada en sus apoyos.

Se estudiará el caso pésimo en el que las cargas transmitidas por las pantallas son máximas y se considera la ejecución de un forjado sobre los puntales por condicionantes de ventilación.

10.1. CARGAS CONSIDERADAS

Según se ha indicado en los apartados anteriores, las cargas consideradas son las siguientes:

- Peso propio de la viga, $DC = 0,80 \cdot 1,0 \cdot 25 = 20 \text{ kN/m}$.
- Reacción máxima transmitida por la pantalla, $EH = 1019 \text{ kN/m}$.
- Carga muerta del forjado de ventilación, $DW = 9,2/2 \cdot 5 = 23 \text{ kN/m}$.
- Sobrecarga del forjado de ventilación, $LS = 9,2/2 \cdot 1 = 4,6 \text{ kN/m}$.

Por lo tanto, para las diferentes combinaciones de cargas consideradas se obtiene:

- Comb. Resistencia I $= 1,25 \cdot DC + 1,50 \cdot DW + 1,75 \cdot LS = 1,25 \cdot 20 + 1,50 \cdot 23 + 1,75 \cdot 4,6 = 67,55 \text{ kN/m}$. (Cargas verticales).
- Comb. Resistencia I $= 1,5 \cdot EH = 1,5 \cdot 1019 = 1528 \text{ kN/m}$. (Cargas horizontales).

10.2. ESFUERZOS DE CÁLCULO

Se obtienen los siguientes esfuerzos de cálculo:

- Momento de cálculo en centro luz:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

$$M_d^{CL} = \frac{1528 \cdot 5^2}{24} = 1591 \text{ kNm}$$

- Momento de cálculo en apoyo con estampidor:

$$\text{Sección de } h = 1,5\text{m.} \rightarrow M_d^A = \frac{-1528 \cdot 5^2}{12} = -3183 \text{ kNm}$$

$$\text{Sección de } h = 1,0\text{m.} \rightarrow M_d^B \approx -1300 \text{ kNm}$$

- Cortante de cálculo en apoyo con estampidor:

$$\text{Sección de } h = 1,5\text{m.} \rightarrow V_d^A = \frac{1528 \cdot 5}{2} = 3820 \text{ kN}$$

$$\text{Sección de } h = 1,0\text{m.} \rightarrow V_d^B \approx -2440 \text{ kN}$$

- Momento de servicio en centro luz:

$$M_k^{CL} = \frac{1019 \cdot 9,5^2}{12} = 2122 \text{ kNm}$$

10.3. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN

Para el momento de cálculo en centro luz se obtiene el siguiente armado necesario por cálculo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
VIGA DE REPARTO M+			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 800		Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00	
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 1591.00	
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i, mec}$ (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, $\Phi = 0.82$	
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s, mec}$ (mm) = 50		0.90	
Canto útil de la sección, d (mm) = 950		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
1.2. Características de los materiales.		INICIAL ITERACIÓN	
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) = 1591.00	
Deformación última hormigón a flexión simple, $\epsilon_c = 0.003$		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 127	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\eta = 0.850$		1591.00 115	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\beta_1 = 0.836$		3.2. Cálculo tensiones en las sección.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420		Compresión en cara superior, C (kN) = 2172.46	
Deformación última del acero a flexión simple, $\epsilon_t = 0.004$		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -2172.46	
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) = 200 000		-1959.92 -1959.92	
1.3. Límites de dimensionamiento.		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) = 407		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 51.73	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) = 5413.25		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 0.00	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) = 356		46.66 0.00	
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) = 559		3.4. Cálculo armados mínimos.	
		Armado mínimo mecánico, $A_{s, mec}$ (cm ²) = 25.33	
		Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims, mec}$ (cm ²) = 25.33	
		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) = 14.40	
		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) = 51.73	
		46.66	
		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) = 0.00	
		0.00	

Así, para el armado de la cara del intradós se propone un armado de 5#11 (50,3 cm²)

En cuanto al armado en la zona de apoyo de la viga en los estampidores estudiaremos dos secciones, una al inicio del chaflán y otra al final del mismo:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
VIGA DE REPARTO M-			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 800		Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00	
Altura de la sección, h (mm) = 1 500		Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 3183.00	
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, $\Phi = 0.82$ 0.90	
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) = 50		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) = 1 450		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) = 3183.00	
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 166	
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30		3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, $\epsilon_c = 0.003$		Compresión en cara superior, C (kN) = 2822.64	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\eta = 0.850$		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -2822.64	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\beta_1 = 0.836$		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 67.21	
Deformación última del acero a flexión simple, $\epsilon_t = 0.004$		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 0.00	
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) = 200 000		3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) = 38.67	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) = 621		Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) = 38.67	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) = 12610.93		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) = 21.60	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) = 544		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) = 67.21	
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) = 853		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) = 0.00	

DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN SIMPLE/COMPUESTA EN SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08			
VIGA DE REPARTO M-			
1. DATOS DE LA SECCIÓN.		2. ESFUERZOS DE DIMENSIONAMIENTO	
1.1. Geometría de la sección.		2.1. Esfuerzos dimensionamiento flexocompresión.	
Ancho de la sección, b (mm) = 800		Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00	
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 1300.00	
Recubrimiento mecánico inferior, $r_{i,mec}$ (mm) = 50		Coeficiente Capacidad de Carga, $\Phi = 0.82$ 0.90	
Recubrimiento mecánico superior, $r_{s,mec}$ (mm) = 50		3. CÁLCULO ARMADO FLEXOCOMPRESIÓN	
Canto útil de la sección, d (mm) = 950		3.1. Comprobación límites dimensionamiento.	
Canto útil sup. de la sección, d' (mm) = 50		Momento en capa armado, M_{1d} (kNm) = 1300.00	
1.2. Características de los materiales.		Profundidad fibra neutra, x (mm) = 103	
Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30		3.2. Cálculo tensiones en la sección.	
Deformación última hormigón a flexión simple, $\epsilon_c = 0.003$		Compresión en cara superior, C (kN) = 1755.09	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\eta = 0.850$		Tracción a nivel del armado, T (kN) = -1755.09	
Coeficiente de diagrama tensión-deformación, $\beta_1 = 0.836$		3.3. Cálculo armado necesario por cálculo.	
Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420		Armado tracción necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 41.79	
Deformación última del acero a flexión simple, $\epsilon_t = 0.004$		Armado compresión necesario por cálculo, A_{cal} (cm ²) = 0.00	
Módulo de elasticidad del acero, E_s (MPa) = 200 000		3.4. Cálculo armados mínimos.	
1.3. Límites de dimensionamiento.		Armado mínimo mecánico, $A_{s,mec}$ (cm ²) = 25.33	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 4\%$ (Hipótesis Inicial), x_i (mm) = 407		Reducción armado mínimo mecánico, $A_{lims,mec}$ (cm ²) = 25.33	
Momento último en capa armado, $M_1(x_i)$ (kNm) = 5413.25		Armado mínimo geométrico, A_{geo} (cm ²) = 14.40	
Fibra neutra para $\epsilon_a = 5\%$ (Límite Control Tracción), x_{trac} (mm) = 356		Armado a tracción necesario, A_s (cm ²) = 41.79	
Fibra neutra para $\epsilon_a = f_y/E_s$ (Límite Control Tracción), x_{lim} (mm) = 559		Armado a compresión necesario, A'_s (cm ²) = 0.00	

Así, para el armado de la cara del trasdós se propone un armado de 7#11 (70,4 cm²)

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

En cuanto a las caras horizontales se dispondrán 3#8 (15,3 cm²/m)

10.4. DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE

Se estudiarán dos secciones, una al inicio del chaflán y otra al final del mismo:

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
VIGA DE REPARTO	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 800 Canto de la sección, h (mm) = 1500 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 1200000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 1450 1.2. Armado de la sección. Inclinación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 0 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 0.0000 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{az}(f_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 3183.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 3820.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 1080.11 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 1016.57 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 3183.00 Coeficiente $V_u \cdot d / M_u$ = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1842.54 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 1016.57 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 3227.87 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 53.00 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 6.67 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 53.00 Sep. máx. barras refuerzo, $Sep.Max$ (cm) = 30

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
 ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
 DGTfM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

DIMENSIONAMIENTO A CORTANTE DE SECCIONES RECTANGULARES SEGÚN CAP.11 DE LA ACI 318-08	
VIGA DE REPARTO	
1. DATOS DE LA SECCIÓN.	2. CARGAS DE DIMENSIONAMIENTO.
1.1. Geometría de la sección. Ancho efectivo de la sección, b_w (mm) = 800 Canto de la sección, h (mm) = 1000 Área bruta de la sección, A_c (mm ²) = 800000 Recubrimiento mecánico, r_{mec} (mm) = 50 Canto útil de la sección, d (mm) = 950 1.2. Armado de la sección. Inclinación de las armaduras transversales, α (°) = 90 Área de arm. long. traccionada, A_s (cm ²) = 0 Cuantía arm. long. traccionada, ρ_l (‰) = 0.0000 1.3. Características de los materiales. Resist. característica del hormigón, f'_c (MPa) = 30 Resist. efectiva del hormigón, $R_{aiz}(f'_c)$ (MPa) = 5.477 Límite elástico del acero, f_y (MPa) = 420 Límite elástico del acero máximo, f_y (MPa) = 420	2.1. Cargas de dimensionamiento concomitantes en la sección. Axil de cálculo de la sección, N_d (kN) = 0.00 Momento de cálculo en la sección, M_d (kNm) = 1300.00 Cortante de cálculo en la sección, V_d (kN) = 2440.00 Coeficiente Capacidad de Carga, Φ = 0.90 3. CÁLCULOS. 3.1. Cálculo de cortante resistido por el hormigón, V_c. Método general Art. 11.2.1, V_c (kN) = 707.66 Método detallado Art. 11.2.2, V_c (kN) = 666.03 Momento equivalente cálculo, M_m (kNm) = 1300.00 Coeficiente V_u*d/M_u = 1.00 Valor límite del cortante, $V_{c,lim}$ (kN) = 1207.18 Cortante resistido por el hormigón, V_c (kN) = 666.03 3.2. Cálculo de resistencia a cortante del armado necesaria, V_s. Cortante necesario a resistir por el armado, V_s (kN) = 2045.08 3.3. Cálculo del armado necesario, A_s. Armado necesario por cálculo, A_s/sep (cm ² /m) = 51.26 Armado mínimo, A_{smin}/sep (cm ² /m) = 6.67 Armado cortante a disponer, A_s/sep (cm²/m) = 51.26 Sep. máx. barras refuerzo, Sep.Max (cm) = 24

Se propone un armado de 2c#5/0,15 + 1r#5/0,15 (66,3 cm²/m).

Como armado mínimo en las zonas fuera del entronque entre la viga y el estampidor se proponen 2c#3/0,20 (14,2 cm²/m).

10.5. DIMENSIONAMIENTO EN SERVICIO

Para la sección de centro luz y el momento en situación de servicio se obtiene:

10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN

ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN

DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

COMPROBACIÓN DEL ESTADO LÍMITE DE SERVICIO DE FISURACIÓN SEGÚN CAP.10 DE LA ACI 318-08										
VIGA DE REPARTO - FLEXIÓN POSITIVA										
1. DATOS DE LA SECCIÓN Y DE LOS MATERIALES.										
1.1. Geometría de la sección.		1.2. Armado Tracción de la sección.			CAPA1		CAPA 2		CAPA 3	
Ancho de la sección, b (mm) = 8 000		Calibre Armadura Tracción longitudinal, # = #11			0		0		0	
Altura de la sección, h (mm) = 1 000		Agrupaciones de las barras = 1			1		1		1	
Recubrimiento lateral, c _{ult} (mm) = 0		Nº de barras por capa de armado = 5			10		10		10	
1.2. Características de los materiales.		Área de armado por capa, A _s (mm²) = 5030			0		0		0	
Resist. característica del hormigón, f _c (MPa) = 30		Sep. vertical entre ejes de capas de armadura, s _v (mm) = ---			80		80		80	
Resist. A la tracción, f _t (MPa) = 3.396		Recubrimiento a la armadura longitudinal, c (mm) = 40			120		200		200	
Módulo de elasticidad del hormigón, E _c (MPa) = 26 291		Recubrimiento mecánico por capa, r _{mec} (mm) = 58			120		200		200	
Límite elástico del acero, f _y (MPa) = 420		Separación entre ejes de barras por capa, s (mm) = 1600			800		800		800	
Módulo de elasticidad del acero, E _s (MPa) = 210 000		Área de acero traccionada, A _s (mm²) = 5030			0		0		0	
Coeficiente de homogeneización, n = 7.99		Recubrimiento mecánico equivalente, r _{mec} (mm) = 58			120		200		200	
		Canto útil a cara superior, d (mm) = 942			0		0		0	
		Cuantía de acero traccionado, ρ = 0.0007			0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	
					0		0		0	

La sección no fisura, por lo que el armado propuesto es correcto.

10.6. DIMENSIONAMIENTO A RASANTE

La conexión entre la viga de borde y las pantallas de pilotes se realizará mediante barras de armado dispuestas a modo de anclajes a posteriori, con taladros rellenos de resinas epoxi.

Para el diseño de la conexión, se obtendrá el esfuerzo a rasante que debería resistir cada conexión en los pilotes secundarios, ya que se propone disponer de estos anclajes únicamente en los pilotes que van armados (pilotes secundarios).

Así, considerando una separación entre pilotes secundarios de $2 \times 0,70 = 1,40$ m. y un cortante en el apoyo de 67,5 kN/m se obtiene un esfuerzo rasante de cálculo de $V_d = 1,4 \cdot 1,5 \cdot 67,5 = 141$ kN

Así el dimensionamiento a rasante queda:

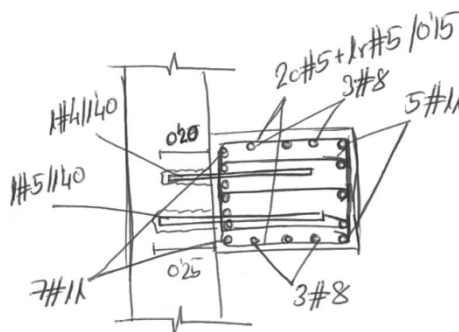
10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN

RESISTENCIA RASANTE EN JUNTA - ACI 318-08	
VIGA DE REPARTO	
Resist. comp. del hormigón, f_c (MPa) =	30
Resist. tracción del acero, f_y (MPa) =	420
Coefficiente rugosidad, c (MPa) =	0.7
Coefficiente rozamiento, μ =	1
Ancho de la junta, A (m) =	1.40
Canto losa, h (m) =	0.80
Superficie de la junta, A_{cv} (mm ²) =	1120000
Nº de barras en junta, n =	1
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	16
Nº de barras en junta, n =	1
Diámetro equivalente barra, d (mm) =	13
Área de armado en junta, A_v (mm ²) =	328
Resistencia a esfuerzo rasante, V_n (kN) =	921.76
Resistencia rasante máxima, V_n (kN) =	6160.00
Coefficiente de minoración, Φ =	0.90
Resistencia a rasante cálculo, ΦV_n (kN) =	829.58

Se dispone en cada pilote secundario de un anclaje superior de 1#4 y de un anclaje inferior de 1#5.

10.7. ESQUEMA DE ARMADO

Así, el esquema de armado queda como se muestra a continuación:





SENERMEX Ingeniería y Sistemas SA de CV



Consultoría en Transito y Transportes SC

**10.6.104 DOCUMENTO DE CÁLCULO COMPLETO Y DETALLADO DE LAS ZONAS DE TRANSICIÓN
ANEXO 01-TRINCHERA ZAPOPAN
DGTFM2112-ME-H03-ESTRU-10101 CÁLCULO DE LOSAS INTERIORES TRINCHERA ZAPOPAN**
