



HORMIGÓN I (74.01 y 94.01)

**SOLICITACIONES
EN LOSAS**



TEMARIO DE LA CLASE

• **SOLICITACIONES EN LOSAS**

- | | | |
|----------------|---|---|
| FLEXION | ⇒ | Cálculo de armaduras de losas |
| CORTE | ⇒ | Verificación de tensiones tangenciales |
| TORSION | ⇒ | Armadura de torsión
Alivianamiento por torsión |

• **COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS**

- Losa cruzada – Losa cruzada
- Losa cruzada – Losa unidireccional
- Losa cruzada – Voladizo

SIEMPRE ENTRA EN
JUEGO UNA
LOSA CRUZADA



PLACAS PLANAS:

ES EL LUGAR GEOMÉTRICO DE LOS PUNTOS COMPRENDIDOS ENTRE DOS SUPERFICIES QUE EQUIDISTAN DE UN PLANO MEDIO.

TEORÍAS DE ANÁLISIS:

- | | | |
|-------------------|---|-------------|
| 1. ELASTICAS | } | Lineales |
| | | No lineales |
| 2. PLASTICAS | | |
| 3. VISCOELÁSTICAS | | |

MÉTODOS DE CÁLCULO

- | | | |
|--------------------|---|--|
| 1. COMPUTACIONALES | } | Elementos finitos |
| | | Diferencias finitas |
| 2. MANUALES | } | Exactos → Resolución de las ecuaciones diferenciales |
| | | Aproximados → MARCUS-LÖSER |

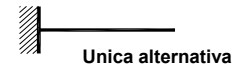


TIPOS DE LOSAS

VOLADIZOS



Viga de ancho unitario

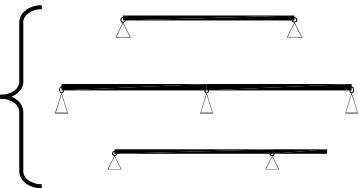


Unica alternativa

LOSAS UNIDIRECCIONALES



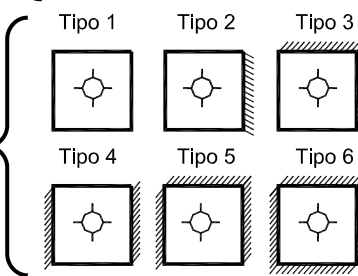
Viga de ancho unitario

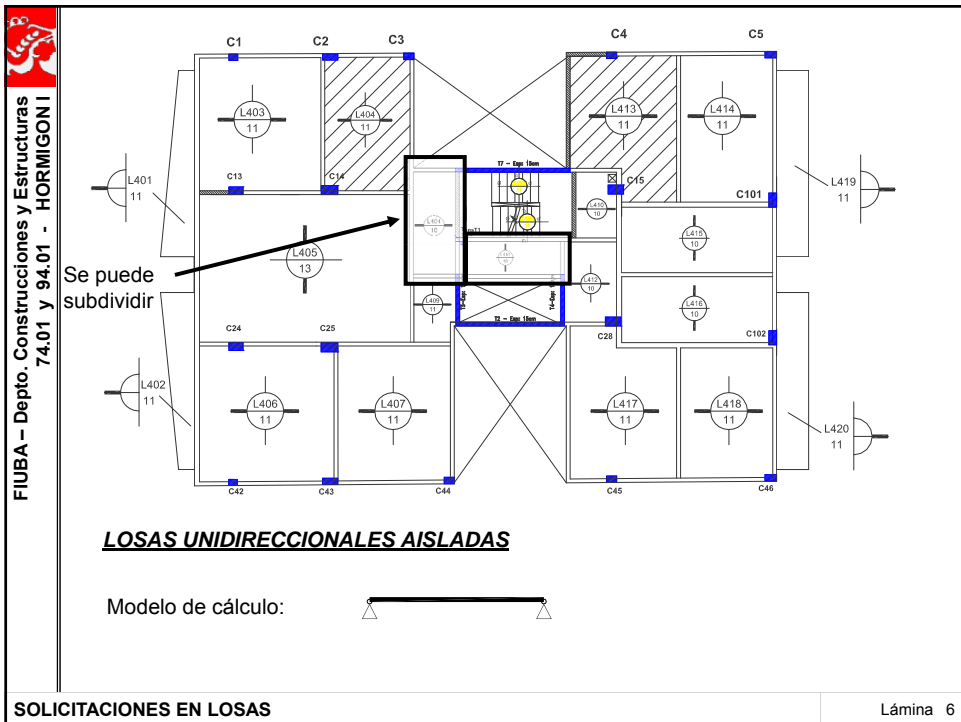
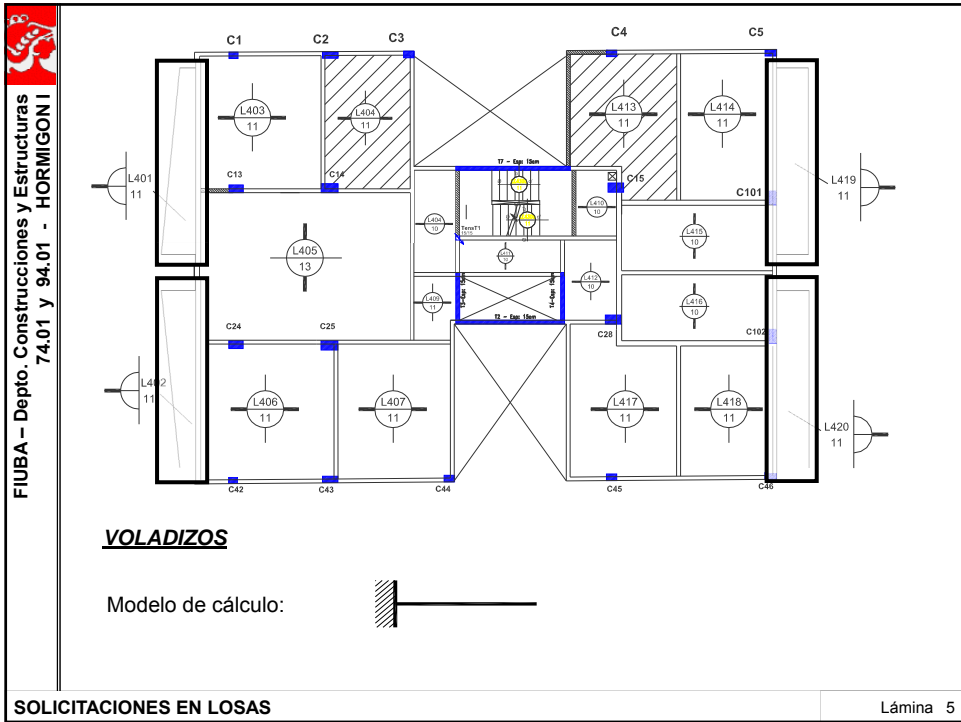


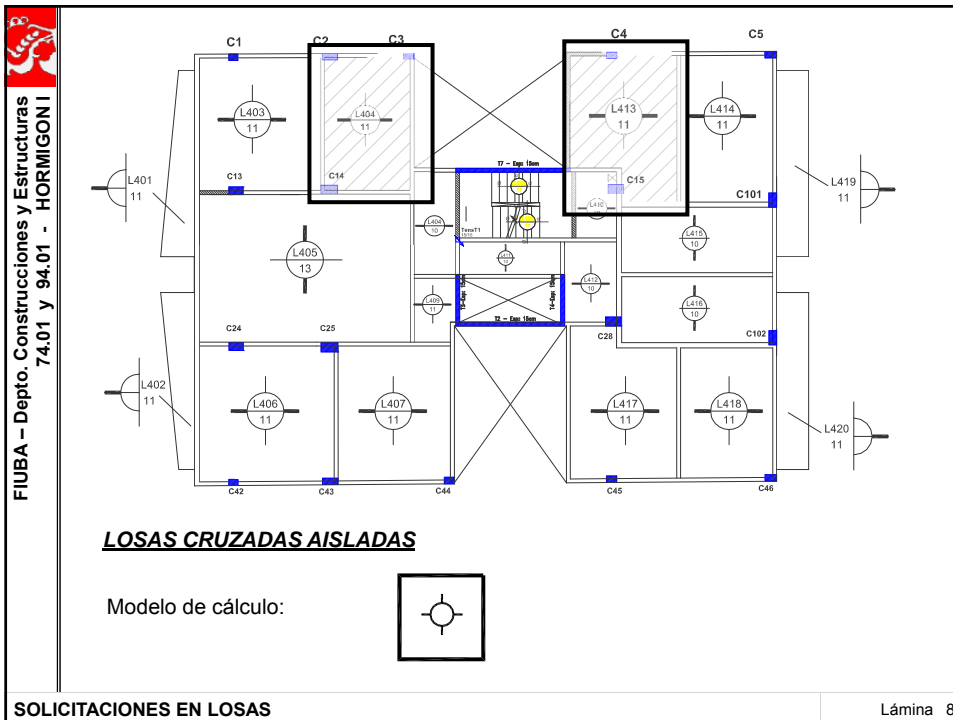
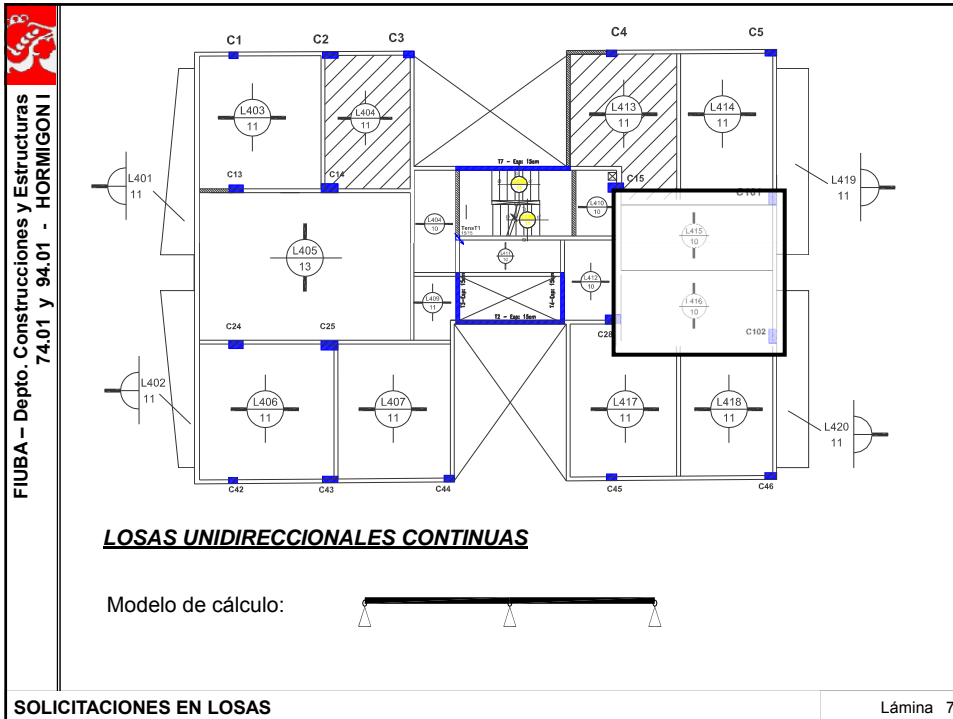
LOSAS CRUZADAS

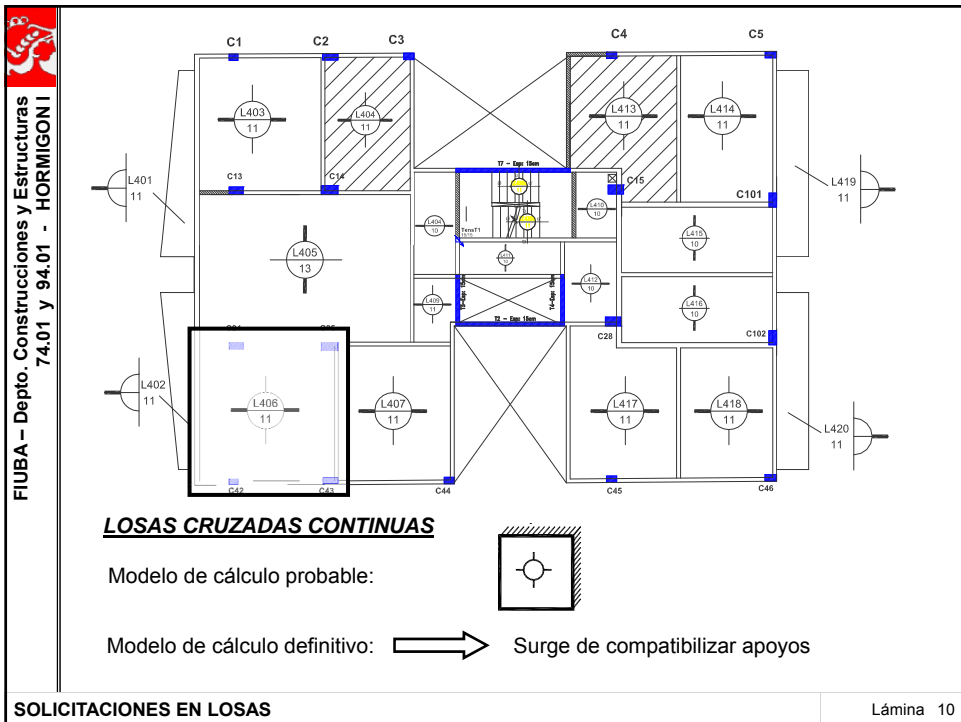
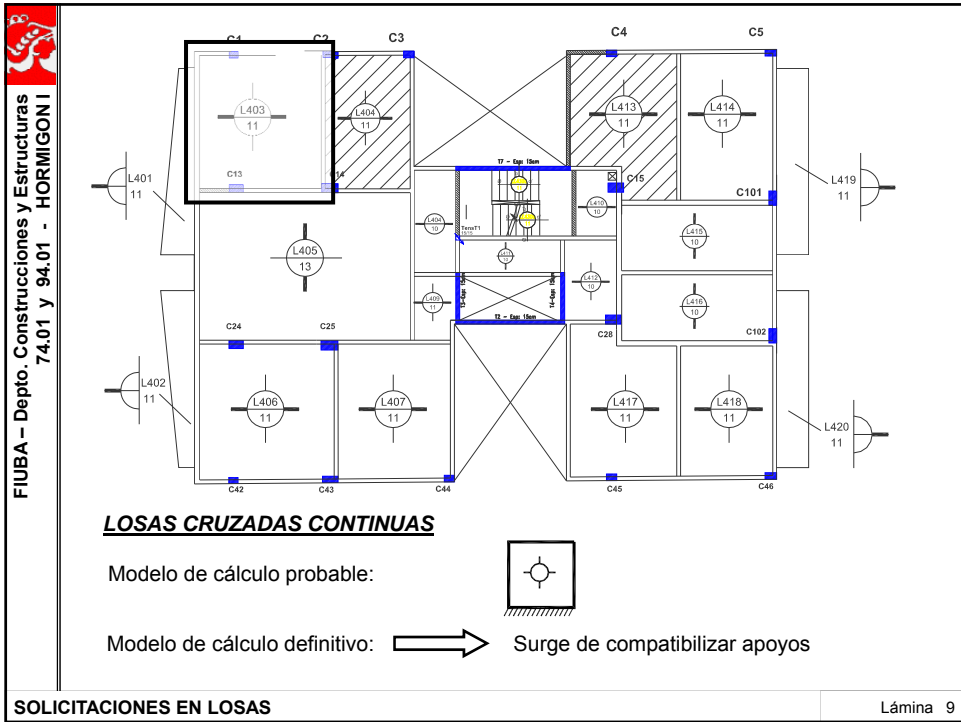


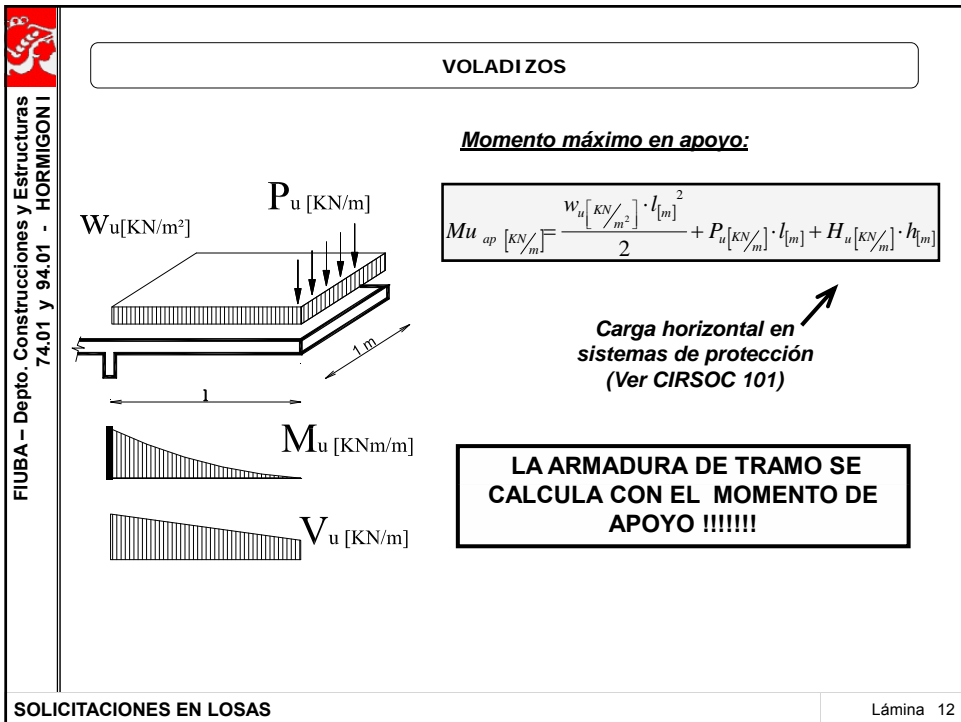
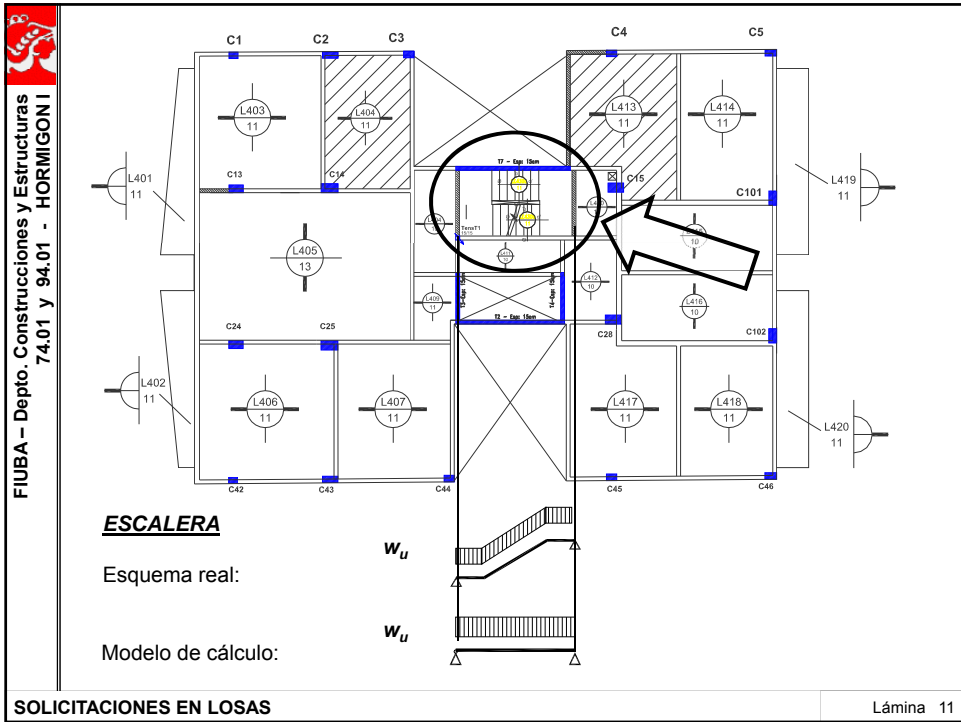
Método aprox. (Marcus-Löser)





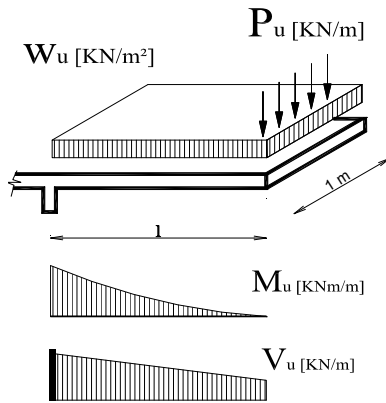








VOLADIZOS



Corte máximo:

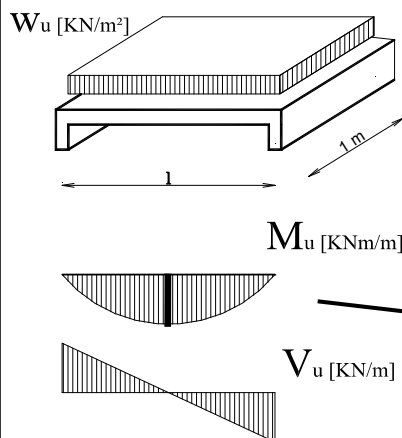
$$Vu_{[KN/m]} = w_u_{[KN/m^2]} \cdot l_{[m]} + P_u_{[KN/m]}$$

SOLICITACIONES EN LOSAS

Lámina 13



UNIDIRECCIONALES



Momento máximo en tramo

$$Mu_{tr} [KNm/m] = \frac{w_u [KN/m^2] \cdot l [m]^2}{8}$$

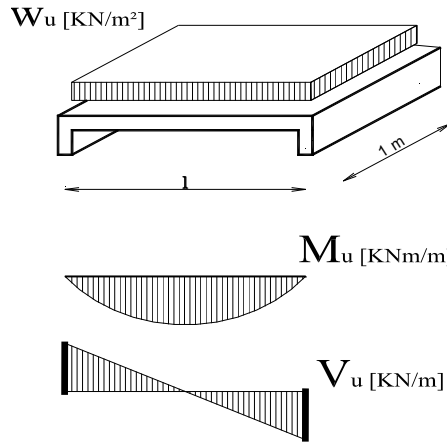
NO EXISTEN MOMENTOS DE APOYOS !!!

SOLICITACIONES EN LOSAS

Lámina 14



UNIDIRECCIONALES

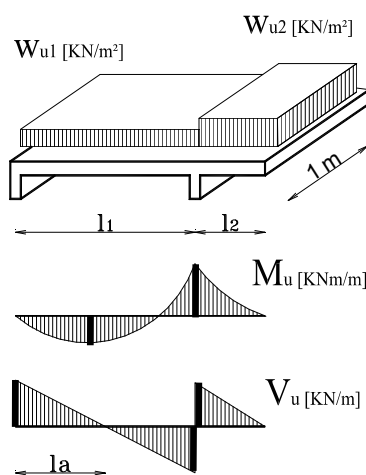


Corte máximo:

$$V_u \text{ [KN/m]} = \frac{W_u \text{ [KN/m}^2\text{]} \cdot l \text{ [m]}}{2}$$



UNIDIRECCIONALES



Momento máximo en apoyo

$$M_{u_{ap}} \text{ [KNm/m]} = \frac{W_{u2} \text{ [KN/m}^2\text{]} \cdot l_2 \text{ [m]}^2}{2}$$

Si existen, considerar carga vertical horizontal en extremo de voladizo.

Momento máximo en tramo

$$M_{u_{tr}} \text{ [KNm/m]} = R_a \text{ [KN/m]} \cdot l_a \text{ [m]}$$

Corte máximo:

Según relaciones de luces y cargas en losas



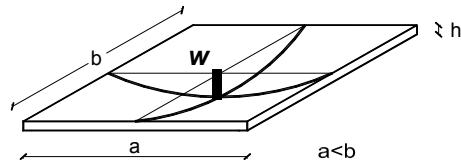
LOSAS CRUZADAS - Hipótesis

HIPOTESIS DE ESTUDIO

1º.- La teoría es lineal en cuanto a las deformaciones.

$$\frac{\partial w}{\partial x} \ll 1 ; \frac{\partial w}{\partial y} \ll 1$$

$$\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2 \approx 0 ; \left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2 \approx 0$$



w: componente del desplazamiento en el eje z

Se cumple con $w < 0.05 a$



LOSAS CRUZADAS - Hipótesis

2º.- Se desprecian las deformaciones producidas por esfuerzos de corte, para ello debe ser :

$$\frac{h}{a} < \frac{1}{10}$$

No puede haber agujeros ni cargas concentradas.



LOSAS CRUZADAS - Hipótesis

3º - Las deformaciones específicas en la dirección perpendicular al plano son despreciables, al igual que las tensiones.

$$\mathcal{E}_z \approx 0 \quad \text{y} \quad \sigma_z \approx 0$$

Esta condición excluye la acción de cargas concentradas, ya que en su punto de aplicación las tensiones serían elevadas.



LOSAS CRUZADAS - Hipótesis

4º - Para placas planas sin esfuerzos membranales, el plano medio es indeformable, o sea:

$$\mathcal{E}_{x_0} = \mathcal{E}_{x_{z=0}} = 0$$

$$\mathcal{E}_{y_0} = \mathcal{E}_{y_{z=0}} = 0$$

Se cumple estrictamente si: - la superficie deformada es desarrollable
- los apoyos son desplazables

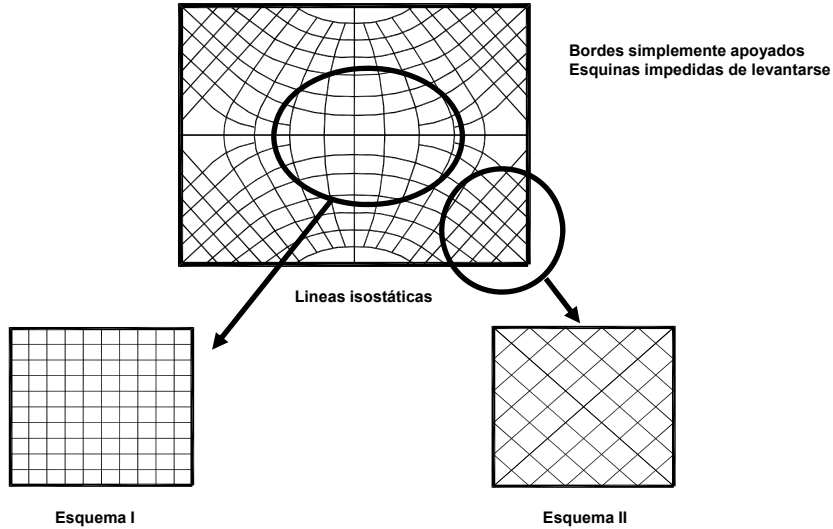
Puede considerarse aproximada si: $w < 0.2 \cdot h$

Si hay esfuerzos membranales: $\left\{ \begin{array}{l} - \text{Teoría no lineal} \rightarrow \text{Efectos de 2º orden.} \\ - \text{Tensiones elevadas, en el plano medio.} \end{array} \right.$



TORSION EN LOSAS CRUZADAS

FUNCIONAMIENTO ESTRUCTURAL DE LAS PLACAS

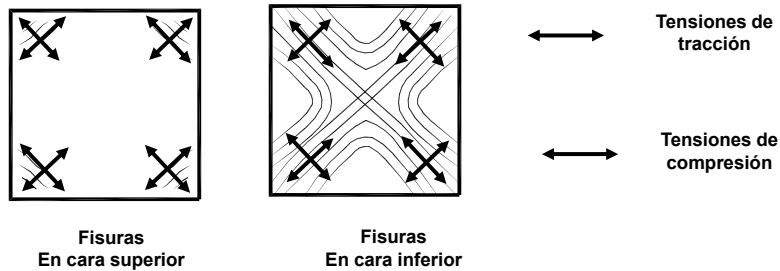


TORSION EN LOSAS CRUZADAS

El funcionamiento de la placa puede estar representada por dos esquemas:

Esquema I Explica el comportamiento en el *centro* de la placa
Asociado a los momento de tramo (M_{u_x}, M_{u_y})

Esquema II Explica el comportamiento en las *esquinas* de la placa
Asociado a los momentos torsores.



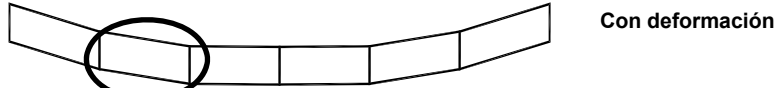


TORSION EN LOSAS CRUZADAS

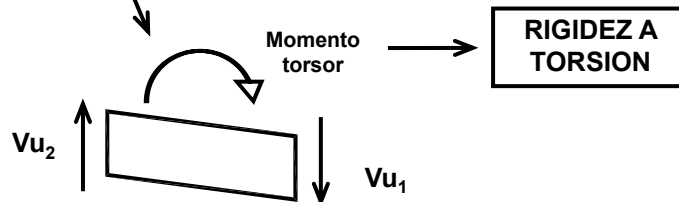
Losas formadas por vigas paralelas



Sin deformación



Con deformación

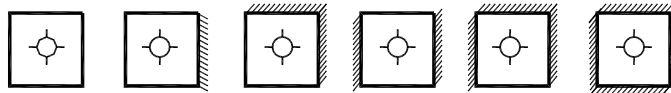


LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

METODO APROXIMAO DE MARCUS LÖSER – Validez del método

1º - *Losas cuadradas o rectangulares, apoyadas en sus cuatro bordes. Sin presencia de huecos.*

2º - *Condiciones de borde:*



Empotramiento perfecto ó articulación perfecta

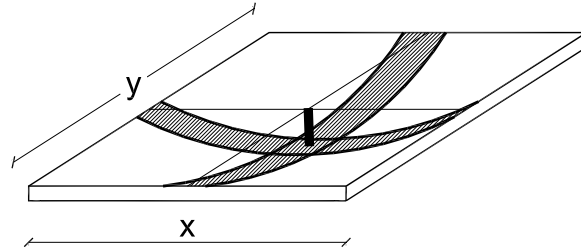
3º - *Considera indeformabilidad de los apoyos. Es decir, vigas rígidas*

4º - *Las cargas actuantes deben ser uniformemente distribuidas.*



LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

• Se considera la losa formada por fajas de ancho unitario, en las direcciones x e y .



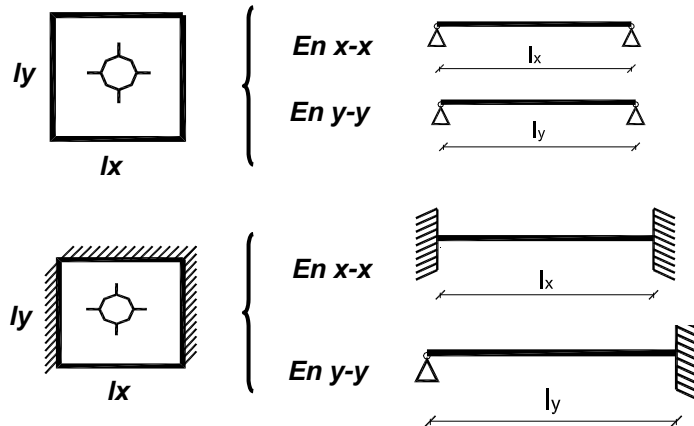
• Las dos fajas centrales, de cada dirección, tienen el mismo desplazamiento en el punto central.

$$f_x = f_y$$



LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

• Según las condiciones de apoyo, en la dirección “ $x-x$ ” y en la “ $y-y$ ”, el esquema estático puede ser diferente para cada faja.





LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

$$\text{Si: } f = \frac{\varpi \cdot w_u \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

$$f_x = f_y \Rightarrow f_x = \frac{\varpi_x \cdot w_{ux} \cdot l_x^4}{384 \cdot E \cdot I_x} = f_y = \frac{\varpi_y \cdot w_{uy} \cdot l_y^4}{384 \cdot E \cdot I_y} \quad (1) \quad (I_x = I_y)$$

$$\text{Siendo: } Mu_x = \frac{w_{ux} \cdot l_x^2}{m_x} \quad Mu_y = \frac{w_{uy} \cdot l_y^2}{m_y} \quad (2)$$

$$\text{Llamando: } w_{ux} = \kappa \cdot w_u \quad ; \quad w_{uy} = \rho \cdot w_u$$

$$\varepsilon = \frac{l_y}{l_x} \quad ; \quad \varpi = \frac{\varpi_y}{\varpi_x}$$



LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

$$\text{De (1)} \quad \varpi_x \cdot w_{ux} \cdot l_x^4 = \varpi_y \cdot w_{uy} \cdot l_y^4$$

$$\varpi_x \cdot \kappa \cdot w_u \cdot l_x^4 = \varpi_y \cdot \rho \cdot w_u \cdot l_y^4$$

$$\kappa = \varpi \cdot \rho \cdot \left(\frac{l_y}{l_x} \right)^4$$

$$\text{Como: } \kappa + \rho = 1 \Rightarrow \kappa = \varpi \cdot (1 - \kappa) \cdot \varepsilon^4$$

$$\text{Entonces: } \left. \begin{aligned} \kappa &= \frac{\varpi \cdot \varepsilon^4}{1 + \varpi \cdot \varepsilon^4} \\ \rho &= \frac{1}{1 + \varpi \cdot \varepsilon^4} \end{aligned} \right\} \boxed{f(\varepsilon, \text{vinculos})}$$

$$\text{De (2)} \quad Mu_x = \frac{\kappa \cdot w_u \cdot l_x^2}{m_x} \quad Mu_y = \frac{\rho \cdot w_u \cdot l_y^2}{m_y} \quad (3)$$



LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

Por la torsion resulta: $Mu_{x_{max}} = \nu_x \cdot Mu_x$ (4)

$Mu_{y_{max}} = \nu_y \cdot Mu_y$

donde: $\nu_x = 1 - \frac{\kappa}{0.15 \cdot m_x \cdot \varepsilon^2} < 1$
 $\nu_y = 1 - \frac{\rho \cdot \varepsilon^2}{0.15 \cdot m_y} < 1$ } **Alivianamiento por torsión**

Reemplazando en (3) y (4) :

$Mu_{x_{max}} = \frac{\kappa \cdot \nu_x}{m_x} \cdot w_u \cdot l_x^2$

$Mu_{y_{max}} = \frac{\rho \cdot \nu_y}{m_y} \cdot w_u \cdot l_y^2$

$Mu_{x_{max}} = \alpha \cdot w_u \cdot l_x^2$

$Mu_{y_{max}} = \beta \cdot w_u \cdot l_y^2$

w_u en $\left[\frac{KNm}{m} \right]$

w_u en $\left[\frac{KN}{m^2} \right]$



LOSAS CRUZADAS – Método de Marcus-Löser

En los apoyos:

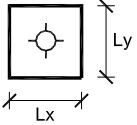
$X_u = \frac{\kappa \cdot w_u \cdot l_x^2}{r}$
 $Y_u = \frac{\rho \cdot w_u \cdot l_y^2}{r}$

Coefficientes:

m:	8 14.22	24	
ω:	5 2	1	
r:	-	8	12

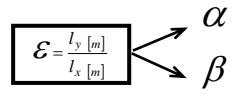
IMPORTANTE:
 Si se utilizan tablas que consideran el alivianamiento por torsión, deberá colocarse la ARMADURA DE TORSION en las esquinas de las losas.

CRUZADAS - TIPO 1



Simplemente apoyada en ambas direcciones

$\epsilon^2 \cdot l_y / l_x$	α	β	$\epsilon^2 \cdot l_y / l_x$	α	β
0.01	0.01106	0.07989	1.30	0.05877	0.02058
0.02	0.01160	0.07851	1.32	0.05949	0.02020
0.03	0.01215	0.07713	1.33	0.06020	0.01983
0.04	0.01271	0.07575	1.34	0.06091	0.01947
0.05	0.01328	0.07438	1.35	0.06161	0.01911
0.06	0.01385	0.07301	1.36	0.06231	0.01876
0.07	0.01444	0.07164	1.37	0.06300	0.01842
0.08	0.01503	0.07029	1.38	0.06369	0.01808
0.09	0.01563	0.06894	1.39	0.06437	0.01775
0.10	0.01623	0.06761	1.40	0.06505	0.01743
0.11	0.01684	0.06629	1.41	0.06572	0.01711
0.12	0.01746	0.06500	1.42	0.06639	0.01680
0.13	0.01809	0.06373	1.43	0.06705	0.01649
0.14	0.01873	0.06249	1.44	0.06770	0.01619
0.15	0.01938	0.06127	1.45	0.06835	0.01590
0.16	0.02004	0.06007	1.46	0.06899	0.01561
0.17	0.02071	0.05889	1.47	0.06962	0.01532
0.18	0.02139	0.05773	1.48	0.07025	0.01504
0.19	0.02208	0.05659	1.49	0.07087	0.01477
0.20	0.02278	0.05547	1.50	0.07149	0.01451
1.17	0.04915	0.02623	1.87	0.09010	0.00737
1.18	0.04991	0.02574	1.88	0.09047	0.00724
1.19	0.05066	0.02526	1.89	0.09084	0.00712
1.20	0.05141	0.02479	1.90	0.09120	0.00700
1.21	0.05215	0.02433	1.91	0.09156	0.00688
1.22	0.05290	0.02388	1.92	0.09192	0.00676
1.23	0.05365	0.02344	1.93	0.09227	0.00665
1.24	0.05439	0.02300	1.94	0.09261	0.00654
1.25	0.05513	0.02258	1.95	0.09295	0.00643
1.26	0.05588	0.02216	1.96	0.09328	0.00632
1.27	0.05662	0.02175	1.97	0.09361	0.00622
1.28	0.05737	0.02135	1.98	0.09394	0.00611
1.29	0.05810	0.02096	1.99	0.09426	0.00601



Momentos de Tramo

$$M_{u_x \max} = \alpha \cdot w_u \cdot l_x^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

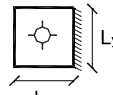
$$M_{u_y \max} = \beta \cdot w_u \cdot l_y^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

NO EXISTEN MOMENTOS DE APOYOS

SOLICITACIONES EN LOSAS

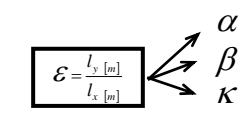
Lámina 31

CRUZADAS - TIPO 2a



Empotramiento en un borde "Y"

$\epsilon^2 \cdot l_y / l_x$	α	β	κ	ρ	$\epsilon^2 \cdot l_y / l_x$	α	β	κ	ρ
0.01	0.01222	0.07147	0.2571	0.7429	1.30	0.04687	0.01270	0.8772	0.1228
0.02	0.01273	0.06993	0.2598	0.7392	1.31	0.04702	0.01239	0.8804	0.1198
0.03	0.01324	0.06840	0.2625	0.7355	1.32	0.04716	0.01209	0.8836	0.1168
0.04	0.01375	0.06689	0.2652	0.7318	1.33	0.04730	0.01180	0.8867	0.1138
0.05	0.01427	0.06539	0.2679	0.7281	1.34	0.04744	0.01152	0.8898	0.1108
0.06	0.01479	0.06391	0.2706	0.7244	1.35	0.04758	0.01124	0.8929	0.1078
0.07	0.01532	0.06245	0.2733	0.7207	1.36	0.04772	0.01097	0.8960	0.1048
0.08	0.01585	0.06100	0.2760	0.7170	1.37	0.04786	0.01071	0.8991	0.1018
0.09	0.01638	0.05956	0.2787	0.7133	1.38	0.04800	0.01046	0.9022	0.0988
0.10	0.01691	0.05813	0.2814	0.7096	1.39	0.04814	0.01021	0.9053	0.0958
0.11	0.01744	0.05671	0.2841	0.7059	1.40	0.04828	0.00997	0.9084	0.0928
0.12	0.01797	0.05530	0.2868	0.7022	1.41	0.04842	0.00974	0.9115	0.0898
0.13	0.01850	0.05390	0.2895	0.6985	1.42	0.04856	0.00951	0.9146	0.0868
0.14	0.01903	0.05251	0.2922	0.6948	1.43	0.04870	0.00929	0.9177	0.0838
0.15	0.01956	0.05113	0.2949	0.6911	1.44	0.04884	0.00907	0.9208	0.0808
0.16	0.02009	0.04976	0.2976	0.6874	1.45	0.04898	0.00886	0.9239	0.0778
0.17	0.02062	0.04840	0.3003	0.6837	1.46	0.04912	0.00866	0.9270	0.0748
0.18	0.02115	0.04705	0.3030	0.6800	1.47	0.04926	0.00846	0.9301	0.0718
0.19	0.02168	0.04571	0.3057	0.6763	1.48	0.04940	0.00827	0.9332	0.0688
0.20	0.02221	0.04438	0.3084	0.6726	1.49	0.04954	0.00808	0.9363	0.0658
1.10	0.03842	0.02102	0.7854	0.2146	1.86	0.05289	0.00790	0.9268	0.0732
1.11	0.03890	0.02049	0.7915	0.2085	1.87	0.05844	0.00413	0.9633	0.0367
1.12	0.03936	0.01997	0.7973	0.2027	1.88	0.05858	0.00397	0.9641	0.0359
1.13	0.03982	0.01946	0.8030	0.1970	1.89	0.05872	0.00380	0.9648	0.0352
1.14	0.04027	0.01897	0.8085	0.1915	1.90	0.05886	0.00363	0.9655	0.0344
1.15	0.04072	0.01849	0.8139	0.1861	1.91	0.05899	0.00347	0.9663	0.0337
1.16	0.04116	0.01803	0.8191	0.1809	1.92	0.05913	0.00331	0.9670	0.0330
1.17	0.04160	0.01758	0.8241	0.1759	1.93	0.05926	0.00315	0.9677	0.0323
1.18	0.04202	0.01714	0.8290	0.1710	1.94	0.05939	0.00300	0.9684	0.0317
1.19	0.04245	0.01671	0.8337	0.1663	1.95	0.05951	0.00286	0.9690	0.0310
1.20	0.04286	0.01629	0.8383	0.1617	1.96	0.05963	0.00272	0.9696	0.0304
1.21	0.04327	0.01588	0.8427	0.1573	1.97	0.05975	0.00259	0.9702	0.0298
1.22	0.04367	0.01548	0.8471	0.1529	1.98	0.05987	0.00246	0.9708	0.0292
1.23	0.04407	0.01511	0.8512	0.1488	1.99	0.05999	0.00233	0.9714	0.0286
1.24	0.04446	0.01473	0.8553	0.1447	1.99	0.06011	0.00221	0.9720	0.0280
1.25	0.04485	0.01437	0.8592	0.1408	1.99	0.06022	0.00209	0.9725	0.0275
1.26	0.04522	0.01402	0.8630	0.1370	1.99	0.06033	0.00200	0.9730	0.0269
1.27	0.04560	0.01367	0.8667	0.1333	1.99	0.06044	0.00192	0.9736	0.0264
1.28	0.04596	0.01334	0.8703	0.1297	1.99	0.06055	0.00185	0.9741	0.0259
1.29	0.04632	0.01302	0.8738	0.1262	1.99	0.06066	0.00179	0.9746	0.0254



Momentos de Tramo

$$M_{u_x \max} = \alpha \cdot w_u \cdot l_x^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

$$M_{u_y \max} = \beta \cdot w_u \cdot l_y^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

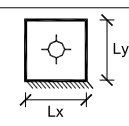
Momento de Apoyo

$$X_{u \max} = -\frac{1}{8} \gamma \cdot w_u \cdot l_x^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

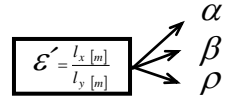
SOLICITACIONES EN LOSAS

Lámina 32

CRUZADAS - TIPO 2a



Empotramiento en un borde "X"



$\epsilon: ly/lx$					$\epsilon: ly/lx$				
α	β	κ	ρ	α	β	κ	ρ		
0.60	0.01172	0.07302	0.2447	0.7553	1.30	0.04697	0.01270	0.8772	0.1228
0.61	0.01222	0.07147	0.2571	0.7429	1.31	0.04702	0.01239	0.8804	0.1196
0.62	0.01273	0.06993	0.2698	0.7302	1.32	0.04736	0.01209	0.8836	0.1164
0.63	0.01324	0.06840	0.2825	0.7175	1.33	0.04770	0.01180	0.8867	0.1133
0.64	0.01375	0.06689	0.2955	0.7045	1.34	0.04803	0.01152	0.8896	0.1104
0.65	0.01427	0.06539	0.3086	0.6914	1.35	0.04835	0.01124	0.8925	0.1075
0.66	0.01479	0.06391	0.3217	0.6783	1.36	0.04867	0.01097	0.8953	0.1047
0.67	0.01532	0.06245	0.3350	0.6650	1.37	0.04899	0.01071	0.8980	0.1020
0.68	0.01584	0.06100	0.3483	0.6517	1.38	0.04929	0.01046	0.9007	0.0993
0.69	0.01638	0.05956	0.3617	0.6383	1.39	0.04960	0.01021	0.9032	0.0966
0.70	0.01691	0.05811	0.3751	0.6249	1.40	0.04989	0.00997	0.9057	0.0943
0.71	0.01745	0.05668	0.3885	0.6115	1.41	0.05019	0.00974	0.9081	0.0919
0.72	0.01799	0.05525	0.4019	0.5981	1.42	0.05047	0.00951	0.9104	0.0896
0.73	0.01853	0.05382	0.4152	0.5848	1.43	0.05075	0.00929	0.9127	0.0873
0.74	0.01908	0.05239	0.4285	0.5715	1.44	0.05103	0.00907	0.9149	0.0851
0.75	0.01962	0.05097	0.4418	0.5583	1.45	0.05130	0.00886	0.9170	0.0830
0.76	0.02018	0.05027	0.4548	0.5452	1.46	0.05157	0.00866	0.9191	0.0809
0.77	0.02073	0.04957	0.4678	0.5322	1.47	0.05183	0.00846	0.9211	0.0789
0.78	0.02128	0.04887	0.4808	0.5194	1.48	0.05209	0.00827	0.9230	0.0770
0.79	0.02184	0.04817	0.4934	0.5066	1.49	0.05234	0.00808	0.9249	0.0751
0.80	0.02239	0.04747	0.5059	0.4941	1.50	0.05259	0.00790	0.9268	0.0732

$\epsilon: lx/ly$					$\epsilon: lx/ly$				
α	β	κ	ρ	α	β	κ	ρ		
1.10	0.03842	0.02102	0.7854	0.2146	1.80	0.05830	0.00413	0.9633	0.0367
1.11	0.03890	0.02049	0.7915	0.2086	1.81	0.05844	0.00405	0.9641	0.0359
1.12	0.03936	0.01997	0.7973	0.2027	1.82	0.05858	0.00397	0.9648	0.0352
1.13	0.03982	0.01946	0.8030	0.1970	1.83	0.05872	0.00389	0.9656	0.0344
1.14	0.04027	0.01897	0.8085	0.1915	1.84	0.05886	0.00381	0.9663	0.0337
1.15	0.04072	0.01849	0.8139	0.1861	1.85	0.05899	0.00374	0.9670	0.0330
1.16	0.04116	0.01803	0.8191	0.1809	1.86	0.05913	0.00367	0.9677	0.0323
1.17	0.04160	0.01758	0.8241	0.1759	1.87	0.05926	0.00359	0.9683	0.0317
1.18	0.04202	0.01714	0.8290	0.1710	1.88	0.05938	0.00352	0.9690	0.0310
1.19	0.04245	0.01671	0.8337	0.1663	1.89	0.05951	0.00346	0.9696	0.0304
1.20	0.04286	0.01629	0.8383	0.1617	1.90	0.05963	0.00339	0.9702	0.0298
1.21	0.04327	0.01589	0.8427	0.1573	1.91	0.05975	0.00332	0.9708	0.0292
1.22	0.04367	0.01549	0.8471	0.1529	1.92	0.05987	0.00326	0.9714	0.0286
1.23	0.04407	0.01511	0.8512	0.1488	1.93	0.05999	0.00320	0.9720	0.0280
1.24	0.04446	0.01473	0.8553	0.1447	1.94	0.06011	0.00314	0.9725	0.0275
1.25	0.04485	0.01437	0.8592	0.1408	1.95	0.06022	0.00308	0.9731	0.0269
1.26	0.04522	0.01402	0.8630	0.1370	1.96	0.06033	0.00302	0.9736	0.0264
1.27	0.04559	0.01367	0.8667	0.1333	1.97	0.06044	0.00296	0.9741	0.0259
1.28	0.04596	0.01334	0.8703	0.1297	1.98	0.06055	0.00291	0.9746	0.0254
1.29	0.04632	0.01301	0.8738	0.1262	1.99	0.06066	0.00286	0.9751	0.0250

SOLICITACIONES EN LOSAS

Momentos de Tramo

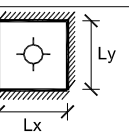
$$Mu_{x \max} = \alpha \cdot w_u \cdot l_x^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

$$Mu_{y \max} = \beta \cdot w_u \cdot l_y^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

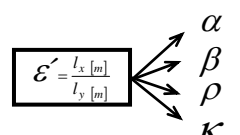
Momento de Apoyo

$$Yu_{\max} = -\frac{1}{8} \rho \cdot w_u \cdot l_y^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

CRUZADAS - TIPO 5



Empotramiento en dos bordes "Y"



$\epsilon: ly/lx$					$\epsilon: ly/lx$				
α	β	κ	ρ	α	β	κ	ρ		
0.60	0.00721	0.04836	0.2058	0.7942	1.30	0.03050	0.00924	0.8510	0.1490
0.61	0.00757	0.04755	0.2169	0.7831	1.31	0.03069	0.00901	0.8549	0.1451
0.62	0.00794	0.04673	0.2281	0.7719	1.32	0.03088	0.00880	0.8586	0.1414
0.63	0.00831	0.04591	0.2396	0.7604	1.33	0.03106	0.00858	0.8622	0.1378
0.64	0.00868	0.04508	0.2512	0.7488	1.34	0.03124	0.00837	0.8657	0.1343
0.65	0.00907	0.04426	0.2631	0.7369	1.35	0.03142	0.00817	0.8692	0.1308
0.66	0.00945	0.04343	0.2751	0.7249	1.36	0.03159	0.00798	0.8725	0.1275
0.67	0.00984	0.04261	0.2873	0.7127	1.37	0.03176	0.00778	0.8757	0.1243
0.68	0.01023	0.04178	0.2996	0.7005	1.38	0.03192	0.00760	0.8788	0.1212
0.69	0.01063	0.04096	0.3119	0.6881	1.39	0.03209	0.00742	0.8819	0.1181
0.70	0.01103	0.04013	0.3244	0.6758	1.40	0.03224	0.00724	0.8848	0.1152
0.71	0.01143	0.03932	0.3370	0.6636	1.41	0.03240	0.00707	0.8877	0.1123
0.72	0.01184	0.03851	0.3496	0.6504	1.42	0.03255	0.00690	0.8905	0.1095

$\epsilon: lx/ly$					$\epsilon: lx/ly$				
α	β	κ	ρ	α	β	κ	ρ		
1.10	0.02737	0.01314	0.7836	0.2164	1.86	0.03691	0.00264	0.9599	0.0401
1.11	0.02762	0.01281	0.7894	0.2106	1.87	0.03698	0.00258	0.9607	0.0393
1.12	0.02787	0.01249	0.7950	0.2050	1.88	0.03704	0.00253	0.9615	0.0385
1.13	0.02811	0.01218	0.8004	0.1996	1.89	0.03710	0.00248	0.9623	0.0377
1.14	0.02835	0.01187	0.8057	0.1943	1.90	0.03715	0.00244	0.9631	0.0369
1.15	0.02859	0.01157	0.8109	0.1891	1.91	0.03721	0.00239	0.9638	0.0362
1.16	0.02882	0.01129	0.8159	0.1841	1.92	0.03727	0.00234	0.9645	0.0355
1.17	0.02904	0.01100	0.8207	0.1793	1.93	0.03732	0.00230	0.9652	0.0348
1.18	0.02926	0.01073	0.8254	0.1746	1.94	0.03738	0.00225	0.9659	0.0341
1.19	0.02948	0.01047	0.8300	0.1700	1.95	0.03743	0.00221	0.9666	0.0334
1.20	0.02969	0.01021	0.8345	0.1655	1.96	0.03748	0.00217	0.9672	0.0328
1.21	0.02990	0.00996	0.8388	0.1612	1.97	0.03753	0.00213	0.9679	0.0321
1.22	0.03010	0.00971	0.8430	0.1570	1.98	0.03758	0.00209	0.9685	0.0315
1.23	0.03030	0.00947	0.8471	0.1529	1.99	0.03763	0.00205	0.9691	0.0309

SOLICITACIONES EN LOSAS

Momentos de Tramo

$$Mu_{x \max} = \alpha \cdot w_u \cdot l_x^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

$$Mu_{y \max} = \beta \cdot w_u \cdot l_y^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

Momentos de Apoyo

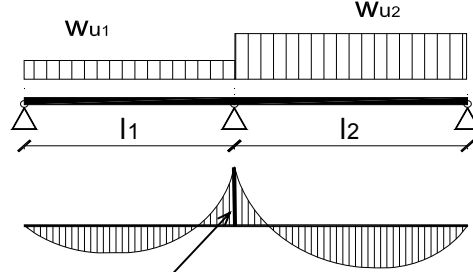
$$Yu_{\max} = -\frac{1}{12} \rho \cdot w_u \cdot l_y^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

$$Xu_{\max} = -\frac{1}{8} \kappa \cdot w_u \cdot l_x^2 \quad [\text{KNm/m}]$$

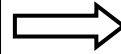


COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas Unidireccionales continuas



Como el modelo de cálculo contempla la continuidad de las losas, la relación de luces y diferencias de cargas, el valor del momento de apoyo surge del esquema indicado en la figura



NO HACE FALTA
COMPATIBILIZAR
APOYOS



COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas Cruzadas simétricas

$$Lx_1 = Lx_2$$

$$h_1 = h_2$$

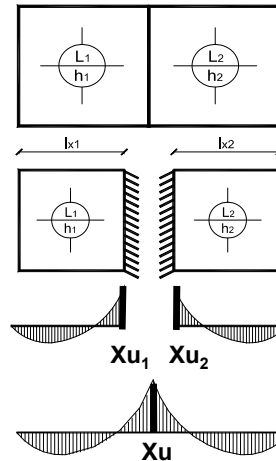
$$W_{u1} = W_{u2}$$

Por la condición de simetría geométrica y de cargas entre las dos losas, resulta:

$$Xu_1 = Xu_2$$



NO HACE FALTA
COMPATIBILIZAR
APOYOS



$$Xu = Xu_1 = Xu_2$$

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas Cruzadas no simétricas
 $Lx_1 < Lx_2$ y $h_1 \leq h_2$

Condiciones: $w_{u1} \approx w_{u2}$
 $lx_1 / lx_2 \geq 0.75$
 $h_2 - h_1 \leq 2 \text{ cm}$

Resulta: $Xu_1 \neq Xu_2$

¿ Que valor de momento Xu adoptamos para dimensionar el apoyo?

HAY QUE COMPATIBILIZAR APOYOS → **Xu**

Lámina 37

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas cruzadas con losa cruzada

Xu_1
 Xu_2

$X_p = \frac{Xu_1 + Xu_2}{2}$

Si $Xu_1 < Xu_2$: $Xu_2 - Xu_1 \leq 0.4 X_p$

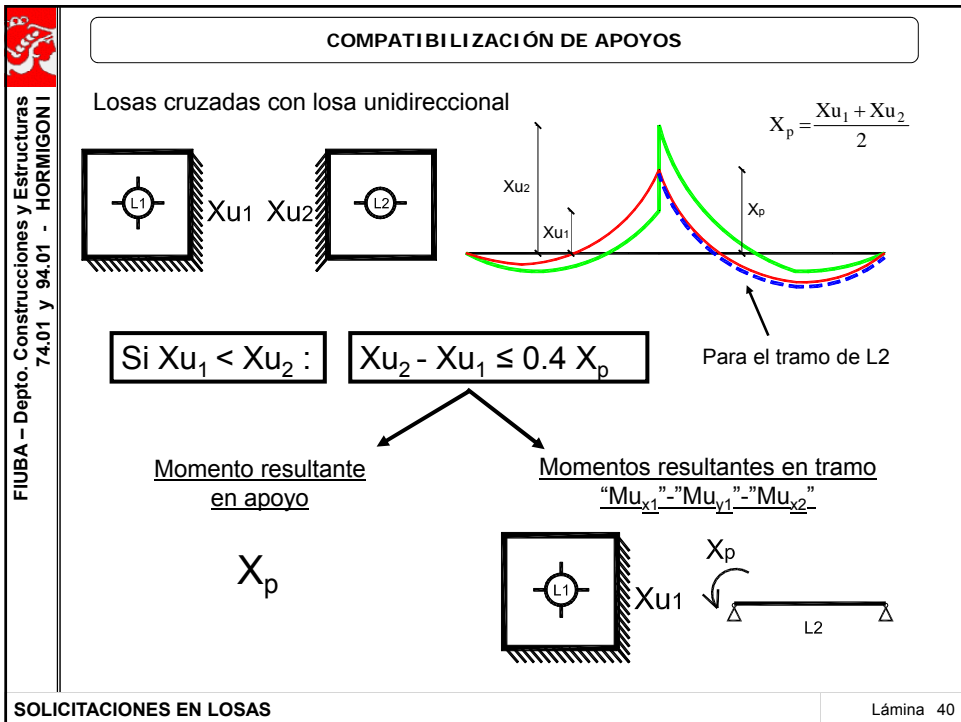
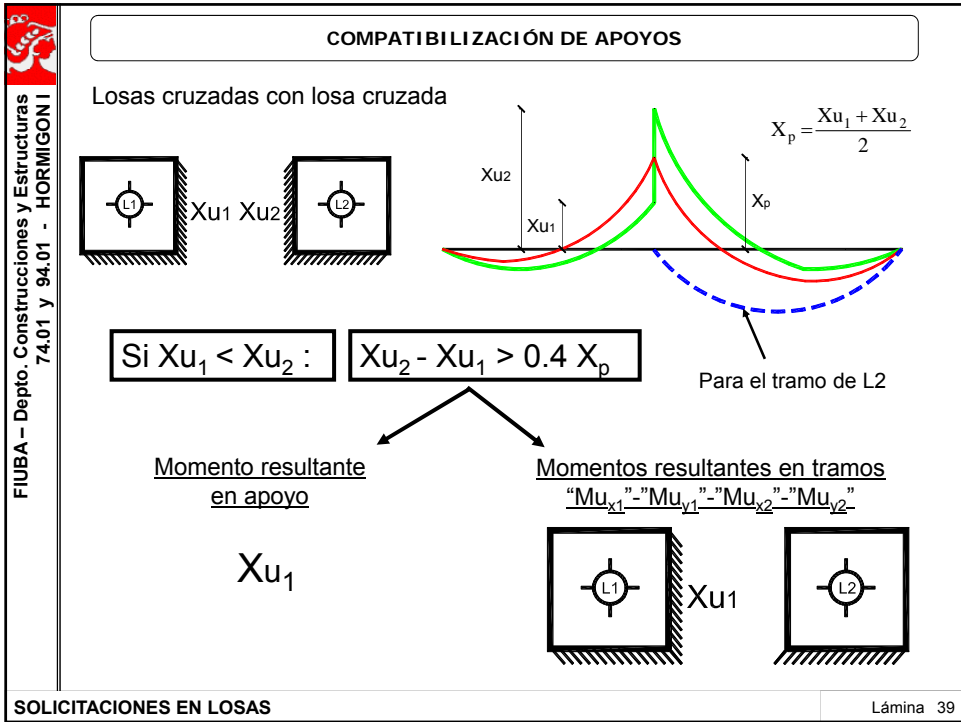
Momento resultante en apoyo

X_p

Momentos resultantes en tramo

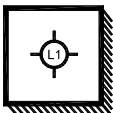
" Mu_{x1} " - " Mu_{y1} " - " Mu_{x2} " - " Mu_{y2} "

Lámina 38

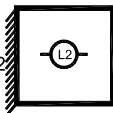


COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

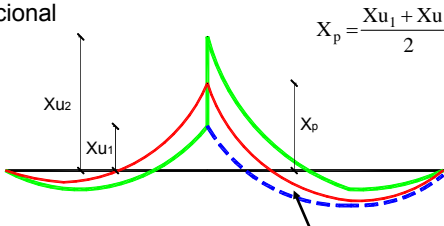
Losas cruzadas con losa unidireccional



X_{u1} X_{u2}



X_{u1} X_{u2}



$X_p = \frac{X_{u1} + X_{u2}}{2}$

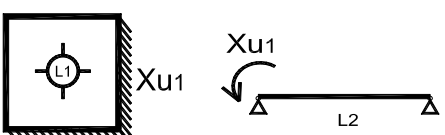
Para el tramo de L2

Si $X_{u1} < X_{u2}$: $X_{u2} - X_{u1} > 0.4 X_p$

Momento resultante en apoyo

X_{u1}

Momentos resultantes en tramos
 $"M_{u_{x1}} - M_{u_{y1}} - M_{u_{x2}}"$

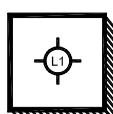


X_{u1}
L2

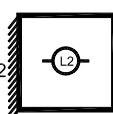
SOLICITACIONES EN LOSAS Lámina 41

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

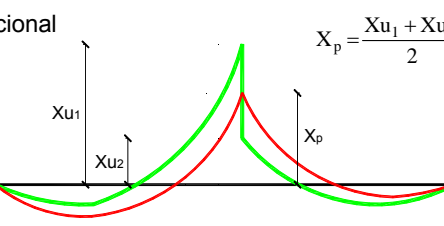
Losas cruzadas con losa unidireccional



X_{u1} X_{u2}



X_{u1} X_{u2}



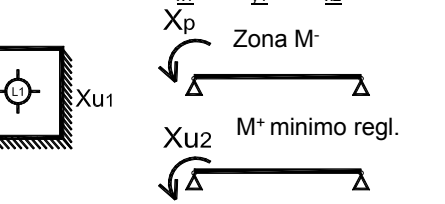
$X_p = \frac{X_{u1} + X_{u2}}{2}$

Si $X_{u1} > X_{u2}$: $X_{u1} - X_{u2} \leq 0.4 X_p$

Momento resultante en apoyo

X_p

Momentos resultantes en tramos
 $"M_{u_{x1}} - M_{u_{y1}} - M_{u_{x2}}"$



X_p Zona M⁻
 X_{u2} M⁺ minimo regl.

SOLICITACIONES EN LOSAS Lámina 42

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas cruzadas con losa unidireccional

$X_p = \frac{X_{u1} + X_{u2}}{2}$

Si $X_{u1} > X_{u2}$: $X_{u1} - X_{u2} > 0.4 X_p$

Para el tramo de L1

Momento resultante en apoyo
 X_{u2}

Momentos resultantes en tramos
 $"Mu_{x1}" - "Mu_{y1}" - "Mu_{x2}"$

SOLICITACIONES EN LOSAS Lámina 43

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas cruzadas con voladizos

$X_{u1} = X_{u1D} + X_{u1L}$

Si $X_{u1D} < X_{u2}$: $X_{u2} - X_{u1D} > 0.2 X_{u1D}$

Para el tramo de L2

Momento resultante en apoyo
 El voladizo siempre con X_{u1}

Momentos resultantes en tramos
 $"Mu_{x2}" - "Mu_{y2}"$

SOLICITACIONES EN LOSAS Lámina 44

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas cruzadas con voladizos

$Xu_1 = Xu_{1D} + Xu_{1L}$

Si $Xu_{1D} < Xu_2$: $Xu_2 - Xu_{1D} \leq 0.2 Xu_{1D}$

Momento resultante en apoyo

Momentos resultantes en tramos " Mu_{x2} " - " Mu_{y2} "

El voladizo siempre con Xu_1

Lámina 45

COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

Losas cruzadas con voladizos

$Xu_1 = Xu_{1D} + Xu_{1L}$

Si $Xu_{1D} > Xu_2$:

Momento resultante en apoyo

Momentos resultantes en tramos " Mu_{x2} " - " Mu_{y2} "

El voladizo siempre con Xu_1

Lámina 46



COMPATIBILIZACIÓN DE APOYOS

CONCLUSIÓN:

La compatibilización entre apoyos es un procedimiento aproximado que se utiliza para determinar el momento de dimensionamiento de un apoyo en común.

¿POR QUE SE APLICA?

Porque por el método de Marcus Löser, para el mismo apoyo se obtienen dos valores diferentes de momentos.

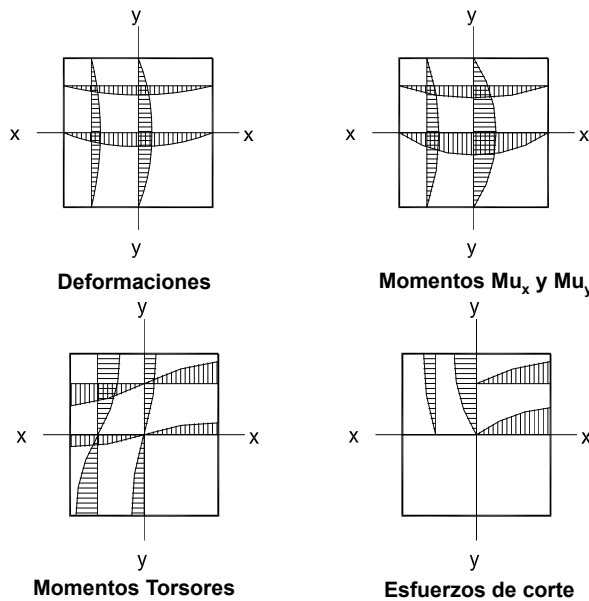
¿QUE LOSAS INTERVIENEN?

Siempre interviene una losa cruzada, porque ésta se calcula mediante tablas, y cada una en forma independiente, sin considerar las relaciones entre luces y cargas de las losas contiguas.

Entonces: Losa cruzadas - Losa cruzadas
 Losa cruzada – Losa unidireccional
 Losa cruzada - voladizos

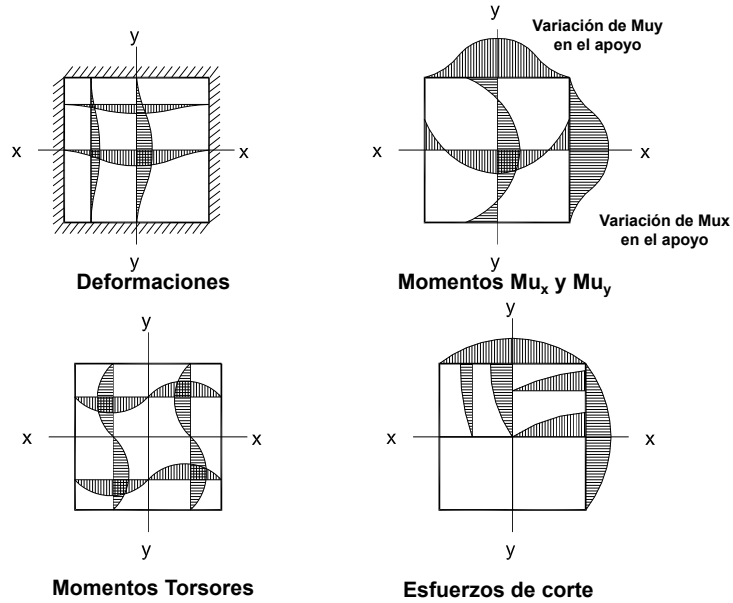


ESFUERZOS EN LOSAS CRUZADAS





ESFUERZOS EN LOSAS CRUZADAS



SOLICITACIONES EN LOSAS

Lámina 49



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA :

- Apuntes de cátedra. Hormigón I de la FIUBA
- Curso de Placas Planas. Ing. M. Fioravanti – Ing. Tomas Del Carril

SOLICITACIONES EN LOSAS

Lámina 50



FIUBA – Depto. Construcciones y Estructuras
74.01 y 94.01 - HORMIGON I

FIN –
SOLICITACIONES
EN LOSAS

GRACIAS POR SU ATENCION !!!