

## Introducción

El comienzo de la utilización del binomio placa nervada - hormigón, para la ejecución de Losas Mixtas, data de alrededor del año 1938 donde aparece en Estados Unidos la primera patente de este tipo de forjados.

El Eurocódigo 4 (EC-4) define como Losa Mixta aquella en la que se usan placas nervadas de acero como encofrado fijo capaz de soportar el hormigón vertido, la armadura y las cargas de ejecución. Posteriormente las placas de acero se combinan estructuralmente con el hormigón endurecido y actúan como una parte o la totalidad de la armadura a tracción en el forjado acabado.

La búsqueda de soluciones más ligeras que garanticen el buen funcionamiento a flexión de la sección mixta, utilizando elementos conectadores con formas más o menos complejas, fue durante muchos años la constante a considerar por los calculistas y fabricantes de este tipo de forjados.

HIASA fabrica la placa nervada HA-60/220-E que con formas sencillas de resaltes o indentaciones (entallas), permite no tener que adicionar a la placa de acero elementos metálicos que desarrollen el papel de conectadores u otros elementos complementarios para un determinado valor de sobrecarga.

La denominación que HIASA (H) ha dado a su Losa Mixta (LM) corresponde a la definición de la geometría de la misma, donde 60 mm es la altura de la placa nervada y 220 mm la distancia entre valles de la placa.

Este producto tiene la particularidad que necesita, obligatoriamente, de una serie de ensayos a escala real para determinar los coeficientes m-k, valores indispensables para el cálculo de la sobrecarga útil del producto; en nuestro caso los ensayos fueron realizados en el Laboratorio del Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC-MADRID).

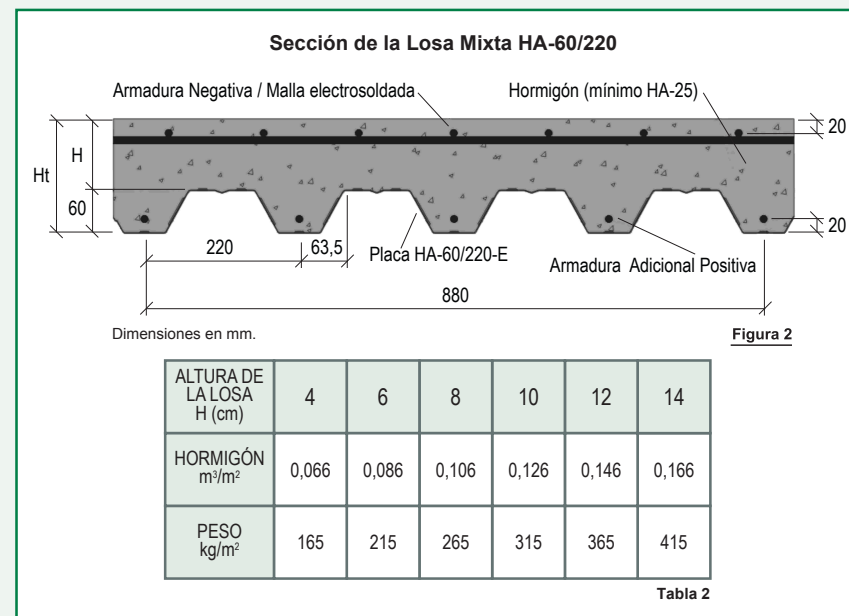
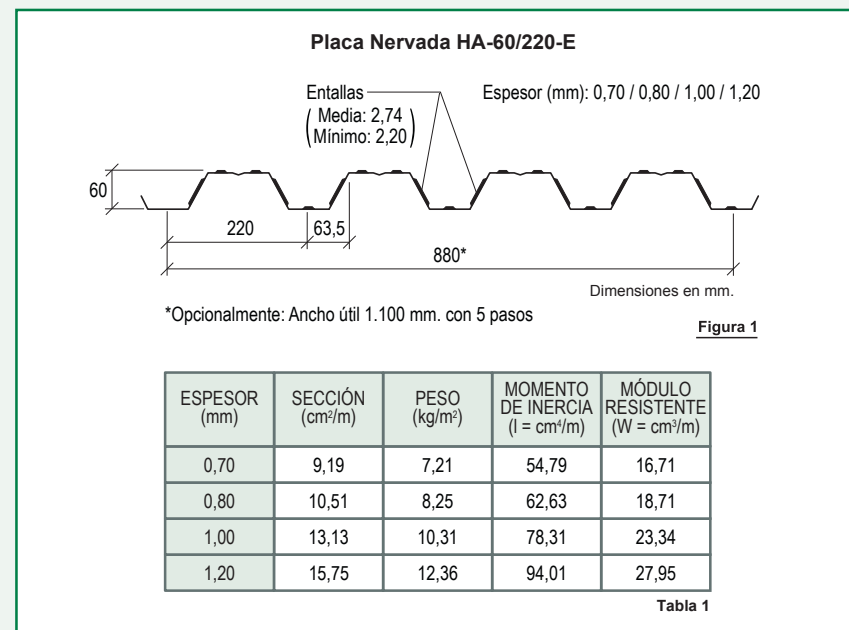
Los ensayos realizados, de acuerdo al procedimiento marcado por el EC-4 (apartado 10.3), abarcaron la determinación de los coeficientes (m-k) correspondientes a los siguientes tipos de Losas Mixtas:

- Placa nervada (HA-60/220-E) + Hormigón + Armadura de reparto.
- Placa nervada (HA-60/220-E) + Hormigón + Armadura de reparto + Conectores.

## Características de los Componentes de la Losa Mixta

Los elementos que pueden componer la Losa Mixta HLM-60/220 son los siguientes:

- Placa Nervada HA-60/220-E.
- Hormigón.
- Armadura Adicional Positiva.
- Armadura Negativa/Malla Electrosoldada.



## Características del Hormigón

La resistencia característica del hormigón a utilizar en la Losa Mixta HLM-60/220, según la normativa EHE, no podrá ser menor que 25 N/mm<sup>2</sup>.

## Características Mecánicas del Acero de la Placa Nervada

El tipo de acero utilizado para la placa nervada HA-60/220-E será galvanizado estructural. Sus características se reflejan en la siguiente tabla.

EURONORMA			DIN		Limite elástico (Re) N/mm <sup>2</sup> Valores mínimos	Resistencia a la tracción (Rm) N/mm <sup>2</sup> Valores mínimos	Alargamiento mínimo (A) %	
S250GD	10147-95	FeE250G	10147-92	STE250-2Z	17162	250	330	19
S320GD		FeE320G		STE320-3Z		320	390	17
S350GD		FeE350G		STE350-3Z		350	420	16

Tabla 3

## Armadura Adicional

La armadura adicional la componen barras de acero corrugadas y deberá tener la siguiente designación y características mecánicas, según la normativa EHE.

Designación	Clase de acero	Limite elástico fy en N/mm <sup>2</sup> no menor que	Carga unitaria de rotura fs en N/mm <sup>2</sup> no menor que	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación fs/fy en ensayo no menor que
B 500 S	Soldable	500	550	12	1,05

Tabla 4

## Malla Electrosoldada

La malla electrosoldada será fabricada con alambre corrugado, debiendo cumplir la normativa correspondiente a este tipo de producto (UNE-36092:96).

Sus características mecánicas mínimas garantizadas, según la normativa EHE, deberán cumplir con lo especificado en la siguiente tabla.

ENSAYO DE TRACCIÓN					Ensayo de doblado ( $\alpha = 90^\circ$ ) Ensayo desdoblado ( $\beta = 20^\circ$ )
Designación de los alambres	Limite elástico fy en N/mm <sup>2</sup> no menor que	Carga unitaria de rotura fs en N/mm <sup>2</sup> no menor que	Alargamiento de rotura (%) sobre base de 5 diámetros	Relación fs/fy	8 Ø
B 500 T	500	550	8	1,03	

Tabla 5

## Ventajas de la Losa Mixta HLM-60/220

- Simplicidad y rapidez en la ejecución debido a la ligereza de la placa nervada que permite facilitar el transporte, almacenamiento y montaje.
- Menor número de puntales y encofrados provisionales.
- Flexibilidad en la edificación e instalaciones gracias a su adaptabilidad y posible modificación durante la vida del edificio.
- Alcance de tolerancias más estrictas y posibilidad de establecer procedimientos de calidad.
- Plataforma segura de trabajo al reducir de forma considerable la posibilidad de caída de los operarios que trabajan sobre ella con la consiguiente seguridad para los que se encuentran debajo de la misma.

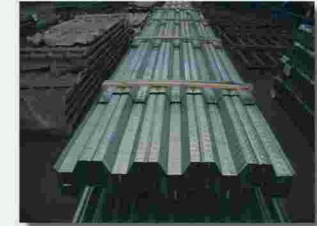


Foto 1



Foto 2

## Transporte y Descarga

Los materiales deberán viajar siempre a cubierto con el toldo del camión colocado. Para la descarga se deberán utilizar eslingas de lona.

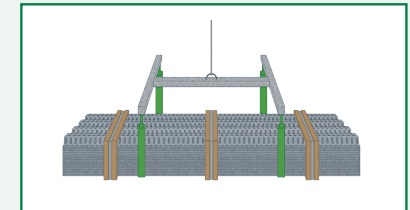


Figura 3

## Estocaje

La placa nervada de acero galvanizado es sensible a la humedad, la condensación y la lluvia. El agua infiltrada entre las chapas puede llevar a la formación de un hidróxido de zinc comúnmente llamado "óxido blanco". Este óxido no es perjudicial para la chapa aunque puede tener un efecto estético no deseable.

Se recomienda que el estocaje de los paquetes se realice siempre a cubierto y con ventilación o en zonas con atmósfera lo más seca posible.

En caso de tener que realizar el estocaje a la intemperie, los paquetes se deberán aislar del suelo mediante tacos de altura diferente, con el fin de obtener una pendiente que favorezca la evacuación del agua.

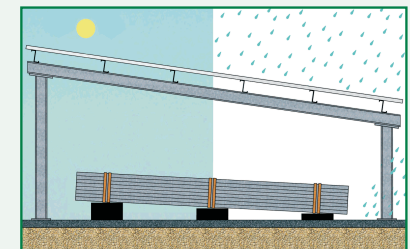


Figura 4

## Montaje en Obra

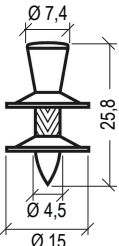
### -Fase de Encofrado.

La placa nervada HA-60/220-E actúa como encofrado y como tal debe soportar las cargas inherentes a este estado como son el peso propio de la placa nervada y del hormigón, carga de acopios, efecto embalsamamiento, así como las cargas de ejecución:

- peso de los operarios y equipos de hormigonado.
- cualquier impacto o vibración que puede ocurrir durante la construcción.
- carga de ejecución de valor 1,50 kN/m<sup>2</sup> distribuida en una distancia de 3 m.
- carga de ejecución de valor 0,75 kN/m<sup>2</sup> en el resto del forjado.

### -Fijaciones.

La misión de estos elementos es la de fijar las placas nervadas en su posición definitiva, impidiendo su levantamiento por la acción del viento o el desplazamiento lateral de las mismas durante la fase de montaje u hormigonado.

Espesor placa nervada t (mm)		Tracción N <sub>rec</sub> (kN)	Cortadura V <sub>rec</sub> (kN)	1) N <sub>rec</sub> y V <sub>rec</sub> válidas para placa de acero con una resistencia mínima a la tracción $\geq 370$ N/mm <sup>2</sup> . 2) Para espesores intermedios de placas nervadas, utilice la carga admisible para el espesor siguiente más pequeño. 3) Estas cargas recomendadas son adecuadas para el diseño que tiene en cuenta cargas debidas al viento según la norma DIN 1055 parte 4. 4) Las cargas admisibles incluyen un factor de seguridad de al menos 2,00 para carga estática y 1,30 para carga cíclica (5000 ciclos).
Nominal	Mínima			
0,75	0,65	1,80	2,00	
0,88	0,77	2,10	2,50	
1,00	0,89	2,70	3,00	
1,13	1,02	3,10	3,50	
1,25	1,13	3,50	4,00	

Clavo ENP2-21-L15 (HILTI).

Tabla 6

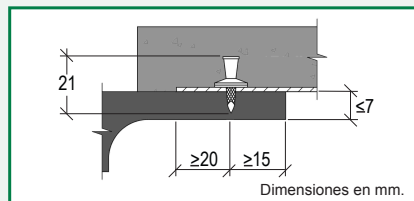


Figura 5. Fijación por disparo.

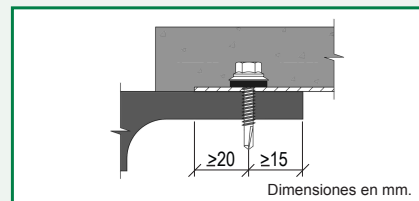


Figura 6. Fijación por tornillo (la rosca deberá ser visible).

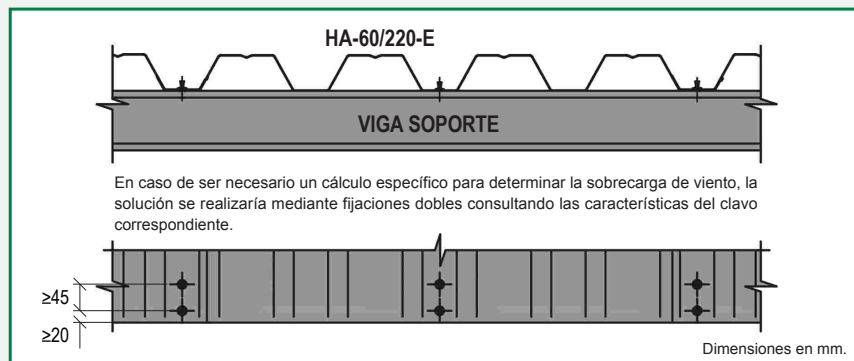


Figura 7. Distancias mínimas de las fijaciones.

### - Armadura Negativa/ Malla Electrosoldada

La malla de armadura antisufración/retracción en el caso de un vano, y de negativos en el caso de dos vanos, se colocará 20 mm por debajo de superficie de hormigón de la Losa Mixta (Figura 2).

### - Armadura Adicional Positiva

Como producto la Losa Mixta de forma general no ha sido diseñada para la colocación de este tipo de armadura ya que se trata de minimizar los elementos adicionales, siendo esta una de sus grandes ventajas. En algunos casos puede llegarse a este tipo de solución en función del valor de la sobrecarga necesaria a resistir por la Losa Mixta.

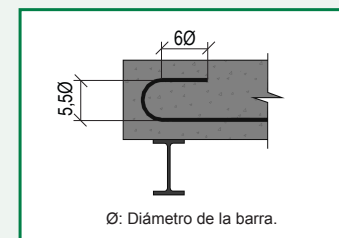
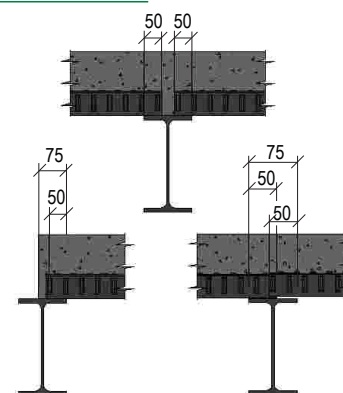


Figura 8. Anclaje de la armadura.

## Detalles de Ejecución

### - Dimensiones mínimas de apoyo de la Losa Mixta.

#### Sobre viga de acero/hormigón:



#### Sobre cualquier otro material:

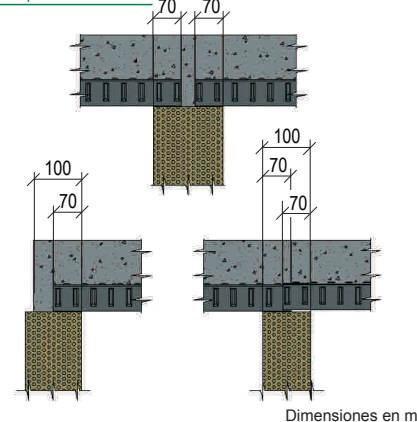


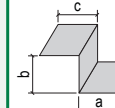
Figura 9

### - Remates Perimetrales.

#### Remate de cambio de dirección

DIMENSIONES (mm)				
a	b	c	Desarrollo	Longitud
70	60	70	200	4.000

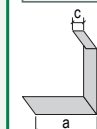
Tabla 7



#### Remate de borde

DIMENSIONES (mm)	Altura de la losa (cm)					
	H=4	H=6	H=8	H=10	H=12	H=14
a	130	110	90	153	133	113
b	100	120	140	160	180	200
c	20	20	20	20	20	20
Desarrollo	250	250	250	333	333	333
Longitud	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000

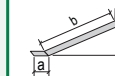
Tabla 8



#### Tirante

DIMENSIONES (mm)	Altura de la losa (cm)		
	H=4 H=6	H=8 H=10	H=12 H=14
a	30	30	30
b	150	200	200
c	20	20	20
h	35	75	115
Longitud	200	250	250
Ancho	50	50	50

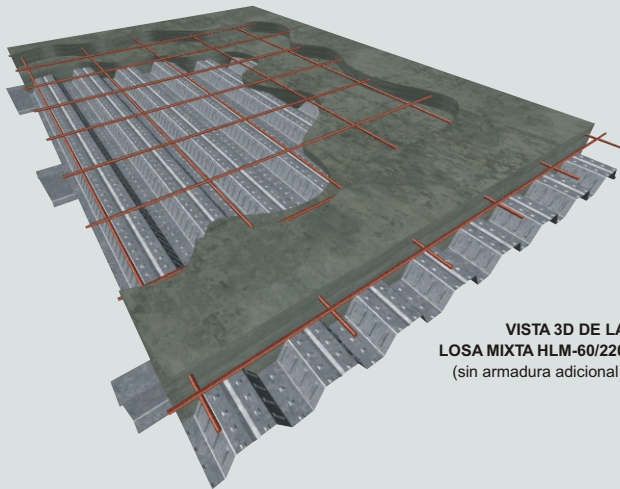
Tabla 9



Las sobrecargas, según el criterio de resistencia, han sido calculadas en base al procedimiento indicado en el apartado 7.6.1.3 del EC-4, el cual requiere de los valores de los coeficientes m-k, a partir de estos se obtiene para cada caso el máximo esfuerzo vertical de cálculo y finalmente la sobrecarga útil resistente. El valor de esta sobrecarga, posteriormente, se compara con la sobrecarga obtenida mediante el criterio de deformación, utilizándose el valor menor como sobrecarga útil.

Las características de los materiales y criterios de diseño utilizados son:

- Resistencia característica del hormigón 25 N/mm<sup>2</sup>.
- Densidad del hormigón 2.500 kg/m<sup>3</sup>.
- Límite elástico del acero de la placa nervada:
  - 250 N/mm<sup>2</sup> (S250GD).
  - 320 N/mm<sup>2</sup> (S320GD).
  - 350 N/mm<sup>2</sup> (S350GD).
- Límite elástico de las armaduras 500 N/mm<sup>2</sup>.
- Densidad del acero 7.850 Kg/m<sup>3</sup>.
- Limitación de flecha en la fase de vertido L/180 ó 20 mm.
- Limitación de flecha de la Losa Mixta L/350.



VISTA 3D DE LA LOSA MIXTA HLM-60/220 (sin armadura adicional).

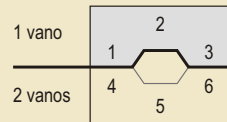
		H=4 cm			
		e (mm)			
L (m)		0,70	0,80	1,00	1,20
1,20	5	1990 150	5 2231 150	5 2755 150	
	8	2517 200	8 2517 200	8 3151 150	
1,40	5	1456 150	5 1633 150	5 2018 150	5 2401 150
	8	1810 200	8 1810 200	8 2276 150	5 2401 150
1,60	5	1106 150	5 1241 150	5 1536 150	5 1829 150
	8	1810 200	8 1810 200	8 1810 200	8 2276 150
1,80	5	863 150	5 970 150	5 1202 150	5 1434 150
	8	1036 200	8 1036 200	8 1318 150	5 1434 150
2,00	5	687 150	5 773 150	5 962 150	5 1150 150
	8	811 200	8 811 200	8 1039 150	5 1150 150
2,20	5	556 150	5 627 150	5 783 150	5 938 150
	8	645 200	8 645 200	8 833 150	5 938 150
2,40	5	455 150	5 514 150	5 645 150	5 776 150
	8	518 200	8 518 200	8 676 150	5 776 150
2,60	8	375 150	8 426 150	5 537 150	5 648 150
	8	554 150	8 419 200	8 554 150	5 648 150
2,80	8	355 150	8 451 150	5 547 150	5 547 150
	8	458 150	8 341 200	5 547 150	5 547 150
3,00	8	381 150	8 465 150	8 278 200	8 278 200
	8	278 200	8 278 200	8 278 200	8 278 200
3,20	8	397 150	8 226 200	8 226 200	8 226 200
	8	226 200	8 226 200	8 226 200	8 226 200

ALZADO DE LA LOSA MIXTA HLM-60/220 (sin armadura adicional).



		H=6 cm			
		e (mm)			
L (m)		0,70	0,80	1,00	1,20
1,20	6	2581 150	6 2902 150		
	8	3281 200	8 3281 200		
1,40	6	1888 150	6 2124 150	6 2625 150	6 3125 150
	8	2359 200	8 2359 200	8 3024 150	10 3426 200
1,60	6	1434 150	6 1614 150	6 1998 150	6 2380 150
	8	1761 200	8 1761 200	8 2270 150	10 2578 200
1,80	6	1119 150	6 1261 150	6 1564 150	6 1866 150
	8	1351 200	8 1351 200	8 1753 150	10 1996 200
2,00	6	891 150	6 1006 150	6 1251 150	6 1496 150
	8	1057 200	8 1057 200	8 1383 150	10 1580 200
2,20	6	720 150	6 815 150	6 1018 150	6 1220 150
	8	840 200	8 840 200	8 1109 150	10 1272 200
2,40	10	589 200	6 669 150	6 839 150	6 1009 150
	8	675 200	8 901 150	8 901 150	10 1038 200
2,60	10	486 200	10 554 200	6 696 150	6 844 150
	10	856 200	10 856 200	8 739 150	10 856 200
2,80	10	403 200	10 462 200	10 587 200	6 712 150
	10	711 200	10 711 200	10 712 200	6 712 150
3,00	10	336 200	10 387 200	10 496 200	6 604 200
	10	595 200	10 595 200	10 595 200	8 362 200
3,20	10	325 200	10 420 200	10 499 200	10 516 200
	10	499 200	10 499 200	10 499 200	10 516 200
3,40	10	358 200	10 442 200	10 442 200	10 442 200
	10	420 200	10 420 200	10 420 200	10 442 200
3,60	10	380 200	10 380 200	10 380 200	10 380 200
	10	380 200	10 380 200	10 380 200	10 380 200

LEYENDA DE LAS TABLAS



- 1 - Diámetro de las barras de la malla antifisuración/retracción de calidad B-500-T (mm).
- 2 - Sobrecarga útil máxima de la losa (no incluye el peso propio de la losa)(daN/m<sup>2</sup>).
- 3 - Separación entre barras de la malla antifisuración/retracción (mm).
- 4 - Diámetro de las barras de la malla de la armadura negativa de calidad B-500-T (mm).
- 5 - Sobrecarga útil en función de la armadura negativa (daN/m<sup>2</sup>).
- 6 - Separación entre barras de la malla de la armadura negativa (mm).

Apuntalamiento intermedio en el vano para calidad de acero de la placa nervada:

- S250GD, S320GD ó S350GD.
- S250GD.
- S320GD o calidad inferior.
- S350GD o calidad inferior.

H=8 cm				
e (mm) L (m)	0,70	0,80	1,00	1,20
1,20	8 3172 200			
	8 4046 200			
1,40	8 2321 200	8 2615 200		
	8 2909 200	8 2909 200		
1,60	8 1762 200	8 1987 200	8 2459 200	8 2931 200
	8 2171 200	8 2171 200	8 2459 200	8 2931 200
1,80	8 1375 200	8 1552 200	8 1925 200	8 2298 200
	8 1666 200	8 1666 200	8 1925 200	8 2298 200
2,00	8 1094 200	8 1238 200	8 1540 200	8 1842 200
	8 1304 200	8 1304 200	8 1540 200	8 1842 200
2,20	8 885 200	8 1003 200	8 1253 200	8 1503 200
	8 1036 200	8 1036 200	8 1253 200	8 1503 200
2,40	10 724 150	8 823 150	8 1033 200	8 1243 200
	10 1670 150	8 833 200	8 1033 200	8 1243 200
2,60	10 597 150	8 681 150	10 860 150	8 1039 200
	10 1388 150	10 1388 150	8 860 200	8 1039 200
2,80	10 495 150	8 568 150	10 722 150	10 876 150
	10 1164 150	10 1164 150	10 1164 150	8 876 200
3,00	10 412 150	8 476 150	10 610 150	10 744 150
	10 983 150	10 983 150	10 983 150	10 983 150
3,20	10 344 150	8 399 150	10 517 150	10 635 150
	10 835 150	10 835 150	10 835 150	10 835 150
3,40		10 336 150	10 440 150	10 545 150
		10 712 150	10 712 150	10 712 150
3,60			10 375 150	10 468 150
			10 610 150	10 610 150
3,80			10 319 150	10 403 150
			10 523 150	10 523 150
4,00				10 347 150
				10 449 150

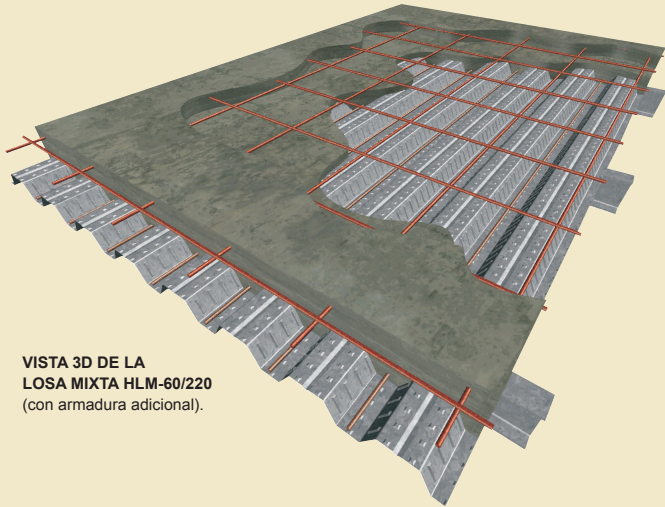
H=10 cm				
e (mm) L (m)	0,70	0,80	1,00	1,20
1,40	8 2753 200	8 3105 200		
	8 3459 200	8 3459 200		
1,60	8 2090 200	8 2359 200	8 2921 200	
	8 2582 200	8 2582 200	8 2921 200	
1,80	8 1630 200	8 1843 200	8 2287 200	8 2730 200
	8 1980 200	8 1980 200	8 2287 200	8 2730 200
2,00	8 1298 200	8 1470 200	8 1829 200	8 2188 200
	8 1550 200	8 1550 200	8 1829 200	8 2188 200
2,20	10 1049 150	8 1191 200	8 1488 200	8 1785 200
	10 2489 150	8 1232 200	8 1488 200	8 1785 200
2,40	10 858 150	8 977 150	8 1227 200	8 1476 200
	10 2047 150	10 2047 150	8 1227 200	8 1476 200
2,60	10 708 150	10 809 150	10 1022 150	8 1234 200
	10 1702 150	10 1702 150	10 1702 150	8 1234 200
2,80	10 587 150	8 674 150	10 858 150	10 1041 150
	10 1428 150	10 1428 150	10 1428 150	10 1428 150
3,00	10 489 150	8 565 150	10 724 150	10 884 150
	10 1208 150	10 1208 150	10 1208 150	10 1208 150
3,20	10 407 150	8 474 150	10 610 150	10 755 150
	10 1027 150	10 1027 150	10 1027 150	10 1027 150
3,40	10 339 150	8 398 150	10 523 150	10 647 150
	10 877 150	10 877 150	10 877 150	10 877 150
3,60		10 334 150	10 445 150	10 556 150
		10 752 150	10 752 150	10 752 150
3,80			10 379 150	10 478 150
			10 646 150	10 646 150
4,00			10 322 150	10 412 150
			10 555 150	10 555 150
4,20				10 354 150
				10 477 150
4,40				10 304 150
				10 410 150

H=12 cm				
e (mm) L (m)	0,70	0,80	1,00	1,20
1,40	8 3186 150			
	8 5267 150			
1,60	8 2418 150	8 2732 150		
	8 3956 150	8 3956 150		
1,80	8 1886 150	8 2134 150	8 2648 150	8 3162 150
	8 3057 150	8 3057 150	8 3057 150	8 3162 150
2,00	8 1502 150	8 1702 150	8 2119 150	8 2535 150
	8 2413 150	8 2413 150	8 2413 150	8 2535 150
2,20	12 1214 150	12 1379 150	8 1724 150	8 2067 150
	12 3802 150	12 3802 150	8 1938 150	8 2067 150
2,40	12 992 150	12 1131 150	12 1421 150	8 1710 150
	12 3142 150	12 3142 150	8 1576 150	8 1710 150
2,60	12 818 150	12 937 150	12 1183 150	12 1429 150
	12 2629 150	12 2629 150	12 2629 150	8 1294 150
2,80	12 679 150	12 781 150	12 993 150	12 1205 150
	12 2221 150	12 2221 150	12 2221 150	12 2221 150
3,00	12 565 150	12 654 150	12 839 150	12 1024 150
	12 1893 150	12 1893 150	12 1893 150	12 1893 150
3,20	12 471 150	12 549 150	12 711 150	12 874 150
	12 1624 150	12 1624 150	12 1624 150	12 1624 150
3,40	12 392 150	12 461 150	12 605 150	12 749 150
	12 1401 150	12 1401 150	12 1401 150	12 1401 150
3,60	12 325 150	12 387 150	12 515 150	12 644 150
	12 1214 150	12 1214 150	12 1214 150	12 1214 150
3,80		12 323 150	12 439 150	12 554 150
		12 1056 150	12 1056 150	12 1056 150
4,00			12 373 150	12 477 150
			12 921 150	12 921 150
4,20			12 316 150	12 410 150
			12 805 150	12 805 150
4,40				12 352 150
				12 704 150
4,60				12 301 150
				12 616 150

En ciertos casos es necesario un valor de sobrecarga útil que no es posible obtener con las soluciones anteriores y puede ser una opción tener en cuenta el adicionar barras de acero como armadura adicional en todos los valles de la placa nervada HA-60/220-E.

Con esta solución se alcanzan valores de sobrecarga mayores y tiene gran utilidad cuando se le exige al producto un determinado valor de resistencia al fuego normalizado.

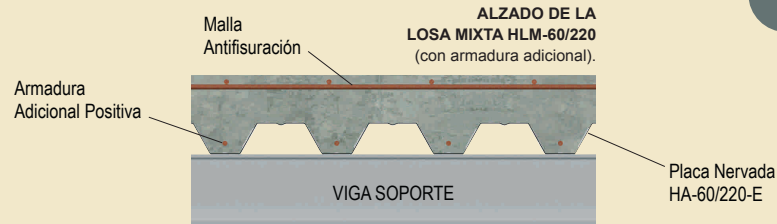
En estas tablas se muestran valores de sobrecarga para los mismos rangos de variación de las características más importantes de este producto, que son la altura de la losa y el espesor de la placa.



VISTA 3D DE LA LOSA MIXTA HLM-60/220 (con armadura adicional).

		H=4 cm			
		e (mm)			
L (m)	e (mm)	0,70	0,80	1,00	1,20
1,80	Ø8	2200	2400		
	Ø10	2450	2720		
	Ø12	2800	3000		
2,00	Ø8	1550	1700	1950	
	Ø10	1750	1880	2150	
	Ø12	2025	2150	2375	
2,20	Ø8	1100	1230	1430	1620
	Ø10	1250	1380	1580	1745
	Ø12	1450	1560	1750	1910
2,40	Ø8	815	900	1050	1200
	Ø10	935	1010	1155	1300
	Ø12	1050	1150	1285	1430
2,60	Ø8	610	680	785	900
	Ø10	700	775	865	955
	Ø12	820	875	950	1050
2,80		Ø8 500	Ø8 610	Ø8 675	
		Ø10 575	Ø10 675	Ø10 725	
		Ø12 650	Ø12 750	Ø12 785	
3,00			Ø8 450	Ø8 530	
			Ø10 500	Ø10 575	
			Ø12 565	Ø12 625	
3,20				Ø8 400	
				Ø10 435	
				Ø12 485	

		H=6 cm			
		e (mm)			
L (m)	e (mm)	0,70	0,80	1,00	1,20
2,00	Ø8	2500	2700	3130	
	Ø10	2850	3025	3450	
	Ø12	3250	3450	3850	
2,20	Ø8	1810	1975	2300	
	Ø10	2100	2250	2550	
	Ø12	2435	2550	2850	
2,40	Ø8	1350	1435	1700	1950
	Ø10	1575	1650	1900	2100
	Ø12	1800	1900	2150	2350
2,60	Ø8	1025	1100	1300	1450
	Ø10	1190	1280	1450	1600
	Ø12	1400	1485	1625	1785
2,80	Ø8	775	840	985	1100
	Ø10	900	975	1125	1250
	Ø12	1050	1120	1280	1350
3,00	Ø8	580	640	750	870
	Ø10	685	745	870	965
	Ø12	790	850	950	1100
3,20		Ø8 475	Ø8 575	Ø8 685	
		Ø10 550	Ø10 650	Ø10 750	
		Ø12 650	Ø12 750	Ø12 850	
3,40			Ø8 435	Ø8 525	
			Ø10 510	Ø10 575	
			Ø12 565	Ø12 650	
3,60				Ø8 400	
				Ø10 450	
				Ø12 500	



- 1 - Diámetro de las barras de armadura positiva de calidad B-500-S (mm).
- 2 - Sobrecarga útil en función de la armadura positiva y de la malla antifisuración/retracción de la Losa Mixta (daN/m<sup>2</sup>).
- 3 - Malla antifisuración/retracción de calidad B-500-T (mm).

Apuntalamiento intermedio en el vano para calidad de acero de la placa nervada:

S250GD, S320GD ó S350GD.

H=8 cm										
L (m)	e (mm)		0,70		0,80		1,00		1,20	
	2,00	Ø8	3705	Ø8	3970	Ø8	4575	Ø8	5150	Ø8
	Ø10	4250	Ø10	4550	Ø10	5125	Ø10	5720	Ø10	5720
	Ø12	4925	Ø12	5220	Ø12	5765	Ø12	6320	Ø12	6320
2,20	Ø8	2680	Ø8	2925	Ø8	3400	Ø8	3820	Ø8	3820
	Ø10	3100	Ø10	3300	Ø10	3805	Ø10	4200	Ø10	4200
	Ø12	3575	Ø12	3820	Ø12	4300	Ø12	4585	Ø12	4585
2,40	Ø8	2025	Ø8	2220	Ø8	2500	Ø8	2875	Ø8	2875
	Ø10	2395	Ø10	2550	Ø10	2850	Ø10	3125	Ø10	3125
	Ø12	2775	Ø12	2950	Ø12	3150	Ø12	3455	Ø12	3455
2,60	Ø8	1550	Ø8	1700	Ø8	1980	Ø8	2150	Ø8	2150
	Ø10	1785	Ø10	1940	Ø10	2250	Ø10	2420	Ø10	2420
	Ø12	2120	Ø12	2250	Ø12	2485	Ø12	2680	Ø12	2680
2,80	Ø8	1175	Ø8	1295	Ø8	1520	Ø8	1735	Ø8	1735
	Ø10	1385	Ø10	1515	Ø10	1715	Ø10	1925	Ø10	1925
	Ø12	1625	Ø12	1735	Ø12	1935	Ø12	2150	Ø12	2150
3,00	Ø8	895	Ø8	1000	Ø8	1165	Ø8	1350	Ø8	1350
	Ø10	1075	Ø10	1150	Ø10	1335	Ø10	1500	Ø10	1500
	Ø12	1250	Ø12	1345	Ø12	1520	Ø12	1675	Ø12	1675
3,20	Ø8	695	Ø8	765	Ø8	920	Ø8	1050	Ø8	1050
	Ø10	825	Ø10	905	Ø10	1035	Ø10	1185	Ø10	1185
	Ø12	985	Ø12	1050	Ø12	1185	Ø12	1325	Ø12	1325
3,40			Ø8	585	Ø8	710	Ø8	820	Ø8	820
			Ø10	700	Ø10	825	Ø10	925	Ø10	925
			Ø12	825	Ø12	945	Ø12	1045	Ø12	1045
3,60			Ø8	550	Ø8	645	Ø8	735	Ø8	735
			Ø10	635	Ø10	735	Ø10	830	Ø10	830
			Ø12	725	Ø12	830	Ø12	930	Ø12	930
3,80			Ø8	420	Ø8	500	Ø8	575	Ø8	575
			Ø10	485	Ø10	575	Ø10	650	Ø10	650
			Ø12	575	Ø12	650	Ø12	725	Ø12	725
4,00			Ø8	375	Ø8	440	Ø8	510	Ø8	510
			Ø10	440	Ø10	510	Ø10	575	Ø10	575
			Ø12	510	Ø12	575	Ø12	640	Ø12	640

H=10 cm										
L (m)	e (mm)		0,70		0,80		1,00		1,20	
	2,40	Ø8	2850	Ø8	3100					
	Ø10	3350	Ø10	3550						
	Ø12	3850	Ø12	4150						
2,60	Ø8	2150	Ø8	2350	Ø8	2750	Ø8	3050	Ø8	3050
	Ø10	2550	Ø10	2735	Ø10	3125	Ø10	3425	Ø10	3425
	Ø12	2930	Ø12	3115	Ø12	3520	Ø12	3850	Ø12	3850
2,80	Ø8	1650	Ø8	1825	Ø8	2150	Ø8	2375	Ø8	2375
	Ø10	1989	Ø10	2125	Ø10	2400	Ø10	2695	Ø10	2695
	Ø12	2285	Ø12	2450	Ø12	2750	Ø12	2975	Ø12	2975
3,00	Ø8	1300	Ø8	1425	Ø8	1650	Ø8	1880	Ø8	1880
	Ø10	1520	Ø10	1650	Ø10	1880	Ø10	2120	Ø10	2120
	Ø12	1785	Ø12	1920	Ø12	2150	Ø12	2400	Ø12	2400
3,20	Ø8	1000	Ø8	1095	Ø8	1295	Ø8	1510	Ø8	1510
	Ø10	1200	Ø10	1275	Ø10	1485	Ø10	1675	Ø10	1675
	Ø12	1425	Ø12	1520	Ø12	1720	Ø12	1885	Ø12	1885
3,40	Ø8	780	Ø8	875	Ø8	1025	Ø8	1175	Ø8	1175
	Ø10	925	Ø10	1015	Ø10	1185	Ø10	1325	Ø10	1325
	Ø12	1120	Ø12	1200	Ø12	1335	Ø12	1480	Ø12	1480
3,60			Ø8	675	Ø8	800	Ø8	935	Ø8	935
			Ø10	800	Ø10	925	Ø10	1075	Ø10	1075
			Ø12	925	Ø12	1075	Ø12	1210	Ø12	1210
3,80			Ø8	625	Ø8	740	Ø8	850	Ø8	850
			Ø10	750	Ø10	850	Ø10	975	Ø10	975
			Ø12	845	Ø12	975	Ø12	1100	Ø12	1100
4,00			Ø8	485	Ø8	575	Ø8	680	Ø8	680
			Ø10	575	Ø10	680	Ø10	765	Ø10	765
			Ø12	690	Ø12	765	Ø12	850	Ø12	850
4,20							Ø8	450	Ø8	450
							Ø10	510	Ø10	510
							Ø12	610	Ø12	610
4,40							Ø8	340	Ø8	340
							Ø10	400	Ø10	400
							Ø12	470	Ø12	470

H=12 cm										
L (m)	e (mm)		0,70		0,80		1,00		1,20	
	2,40	Ø8	3318	Ø8	3623	Ø8	4263	Ø8	4851	Ø8
	Ø10	4067	Ø10	4369	Ø10	5005	Ø10	5576	Ø10	5576
	Ø12	4971	Ø12	5271	Ø12	5902	Ø12	6449	Ø12	6449
2,60	Ø8	2779	Ø8	3038	Ø8	3584	Ø8	4105	Ø8	4105
	Ø10	3417	Ø10	3674	Ø10	4216	Ø10	4733	Ø10	4733
	Ø12	4187	Ø12	4320	Ø12	4825	Ø12	5200	Ø12	5200
2,80	Ø8	2300	Ø8	2450	Ø8	2850	Ø8	3250	Ø8	3250
	Ø10	2710	Ø10	2875	Ø10	3280	Ø10	3650	Ø10	3650
	Ø12	3200	Ø12	3350	Ø12	3750	Ø12	4100	Ø12	4100
3,00	Ø8	1800	Ø8	1950	Ø8	2300	Ø8	2545	Ø8	2545
	Ø10	2100	Ø10	2300	Ø10	2565	Ø10	2850	Ø10	2850
	Ø12	2500	Ø12	2625	Ø12	2950	Ø12	3250	Ø12	3250
3,20	Ø8	1400	Ø8	1520	Ø8	1795	Ø8	2075	Ø8	2075
	Ø10	1665	Ø10	1800	Ø10	2050	Ø10	2285	Ø10	2285
	Ø12	1975	Ø12	2100	Ø12	2400	Ø12	2610	Ø12	2610
3,40	Ø8	1100	Ø8	1210	Ø8	1440	Ø8	1675	Ø8	1675
	Ø10	1350	Ø10	1420	Ø10	1675	Ø10	1855	Ø10	1855
	Ø12	1620	Ø12	1675	Ø12	1890	Ø12	2100	Ø12	2100
3,60	Ø8	875	Ø8	975	Ø8	1145	Ø8	1325	Ø8	1325
	Ø10	1075	Ø10	1160	Ø10	1320	Ø10	1500	Ø10	1500
	Ø12	1275	Ø12	1345	Ø12	1525	Ø12	1725	Ø12	1725
3,80			Ø8	775	Ø8	910	Ø8	1075	Ø8	1075
			Ø10	925	Ø10	1085	Ø10	1220	Ø10	1220
			Ø12	1100	Ø12	1250	Ø12	1400	Ø12	1400
4,00			Ø8	735	Ø8	850	Ø8	985	Ø8	985
			Ø10	850	Ø10	985	Ø10	1140	Ø10	1140
			Ø12	985	Ø12	1140	Ø12	1300	Ø12	1300
4,20			Ø8	575	Ø8	695	Ø8	815	Ø8	815
			Ø10	695	Ø10	815	Ø10	925	Ø10	925
			Ø12	795	Ø12	925	Ø12	1050	Ø12	1050
4,40			Ø8	550	Ø8	630	Ø8	745	Ø8	745
			Ø10	630	Ø10	745	Ø10	850	Ø10	850
			Ø12	745	Ø12	850	Ø12	950	Ø12	950
4,60			Ø8	425	Ø8	500	Ø8	575	Ø8	575
			Ø10	500	Ø10	575	Ø10	650	Ø10	650
			Ø12	575	Ø12	650	Ø12	725	Ø12	725

## Introducción

Al analizar el comportamiento al fuego de la Losa Mixta, según lo indicado por el Eurocódigo 4 (parte 1-2), se plantean dos posibles casos:

1. Losa Mixta sin protección.
2. Losa Mixta con protección.

En ambos casos debe verificarse que la Losa Mixta cumple los requisitos exigidos con el fin de satisfacer su funcionalidad, es decir, tendrá que tener capacidad resistente y a la vez cumplir la función de compartimentación, para lo cual deberá verificarse que se cumplan los siguientes criterios de rotura:

### Aislamiento Térmico "I".

Criterio por el que se verifica la capacidad de un elemento de compartimentación para evitar la transmisión excesiva de calor.

Para que el forjado cumpla este criterio la temperatura de la cara no expuesta al fuego no debe superar los 180° C en ningún punto ni los 140° C de temperatura media.

### Estanqueidad "E".

Criterio por el que se asegura la capacidad de un elemento de compartimentación para prevenir el paso de llamas y gases calientes.

Se considerará que si la Losa Mixta cumple el criterio de aislamiento, también cumple el criterio de estanqueidad.

### Resistencia "R".

Criterio por el que se asegura la capacidad de una estructura o de un elemento estructural para soportar cargas durante la acción del fuego indicado y evitar el colapso o las deformaciones excesivas.

La resistencia al fuego de una Losa Mixta sin armadura adicional, según el apartado 4.3.1.1. del Eurocódigo 4 (Parte 1-2) será de al menos 30 minutos, comprobándose en todo caso el criterio de aislamiento "I" ya que para algunos casos, donde el canto de la losa no es mayor de 6 cm, no se logra el mínimo aislamiento necesario.

## Criterio de Aislamiento Térmico en la Losa Mixta sin Protección

RESISTENCIA AL FUEGO NORMALIZADO	GROSOR EFICAZ MÍNIMO (mm)
R30	$h_{eff} = 60 - h_3$
R60	$h_{eff} = 80 - h_3$
R90	$h_{eff} = 100 - h_3$
R120	$h_{eff} = 120 - h_3$
R180	$h_{eff} = 150 - h_3$
R240	$h_{eff} = 175 - h_3$

Tabla 10

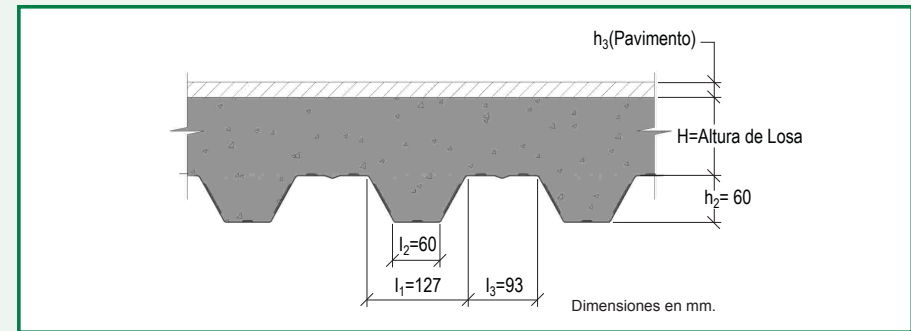


Figura 10

$$h_{eff} = H + 0,5 \cdot h_2 \cdot \left( \frac{l_1 + l_2}{l_1 + l_3} \right) \text{ si } \frac{h_2}{H} \leq 1,5 \text{ y } H > 40 \text{ mm}$$

$$h_{eff} = H \cdot \left[ 1 + 0,75 \cdot \left( \frac{l_1 + l_2}{l_1 + l_3} \right) \right] \text{ si } \frac{h_2}{H} > 1,5 \text{ y } H > 40 \text{ mm}$$

Ejemplo de aplicación Criterio Aislamiento Térmico.

Datos de partida:

Altura del pavimento:  $h_3 = 0$ .

Altura de la losa de hormigón:  $H = 80$  mm.

Resistencia al fuego R90.

Resolución:

De la tabla 10 se obtiene que, para R90 el grosor eficaz debe ser:

$$h_{eff} \geq 100 - h_3; \mathbf{h_{eff\ min} = 100 \text{ mm}}$$

a continuación se calcula el grosor eficaz y se compara con el valor obtenido.

Como:

$$\frac{h_2}{H} = \frac{60}{80} = 0,75 \leq 1,5 \text{ y } H > 40 \text{ mm}$$

el grosor eficaz se calculará según la expresión:

$$\mathbf{h_{eff} = 80 + 0,5 \cdot 60 \cdot \left( \frac{127 + 60}{127 + 93} \right) = 105,5 \text{ mm}}$$

como el grosor eficaz de este caso (105,5 mm) es mayor que el grosor eficaz mínimo (100 mm) podemos afirmar que la Losa Mixta cumple el criterio de aislamiento térmico.

## Criterio de Resistencia en la Losa Mixta sin Protección

El criterio de resistencia se puede analizar mediante la teoría plástica, a partir del cálculo del estado límite de pérdida para cada uno de los sistemas estáticos que se pueden considerar en el diseño de las losas.

Los diferentes sistemas estáticos posibles se muestran en la siguiente tabla en la que se puede ver la carga máxima que puede soportar la Losa Mixta para verificar el criterio de resistencia.

Definición del sistema	Esquema del sistema	Armaduras	Verificación del criterio de resistencia
Losa de un tramo apoyada en los extremos.		Sin armadura de negativos.	$q \leq \frac{8 \cdot M_{\theta,Rd}^+}{L^2}$
Tramo extremo de una losa continua de n tramos.		Con armadura de positivos y de negativos.	$q \leq \frac{8 \cdot (M_{\theta,Rd}^+ + 0.5 \cdot M_{\theta,Rd}^-)}{L^2}$
Tramo intermedio de una losa continua de n tramos.		Con armadura de positivos y de negativos.	$q \leq \frac{8 \cdot (M_{\theta,Rd}^+ + M_{\theta,Rd}^-)}{L^2}$
		Sin armadura de positivos.	$q \leq \frac{8 \cdot M_{\theta,Rd}^-}{L^2}$

Tabla 11

Siendo:

$M_{\theta,Rd}^+$ ,  $M_{\theta,Rd}^-$ : Valores de cálculo en valor absoluto del momento resistente positivo y negativo respectivamente, después de la exposición al incendio normalizado.

**q**: Carga repartida uniformemente que actúa sobre la Losa Mixta durante el incendio y que incluye el peso propio de la Losa Mixta (G) y la sobrecarga de uso (Q) a temperatura ambiente.

**L**: Luz en la dirección de la armadura del forjado.

La Losa Mixta, a temperatura ambiente, resiste los momentos positivos gracias a la acción de la placa nervada. En el caso en que no existan falsos techos ni recubrimientos, es la placa nervada la que queda expuesta a la acción del fuego reduciéndose sus propiedades mecánicas tales como el límite elástico y el módulo de elasticidad.

La colocación de armadura adicional, con un recubrimiento de 40 mm, proporciona un aumento de la resistencia de la Losa Mixta al fuego normalizado. Dicha armadura colabora en el cumplimiento del criterio de resistencia al fuego, pero no es válida para verificar el criterio de aislamiento térmico que deberá ser comprobado de forma independiente.

## Gráficas de Cálculo para el Criterio de Resistencias

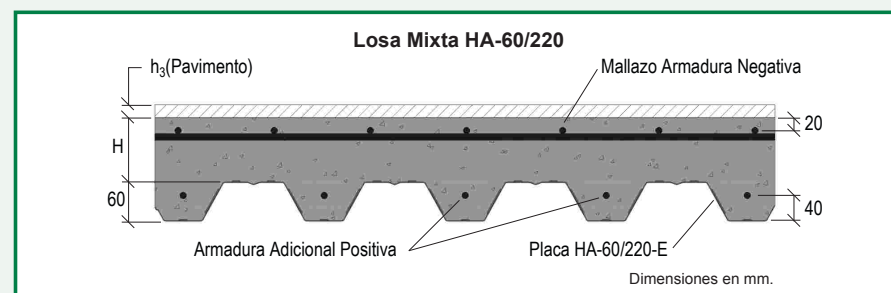
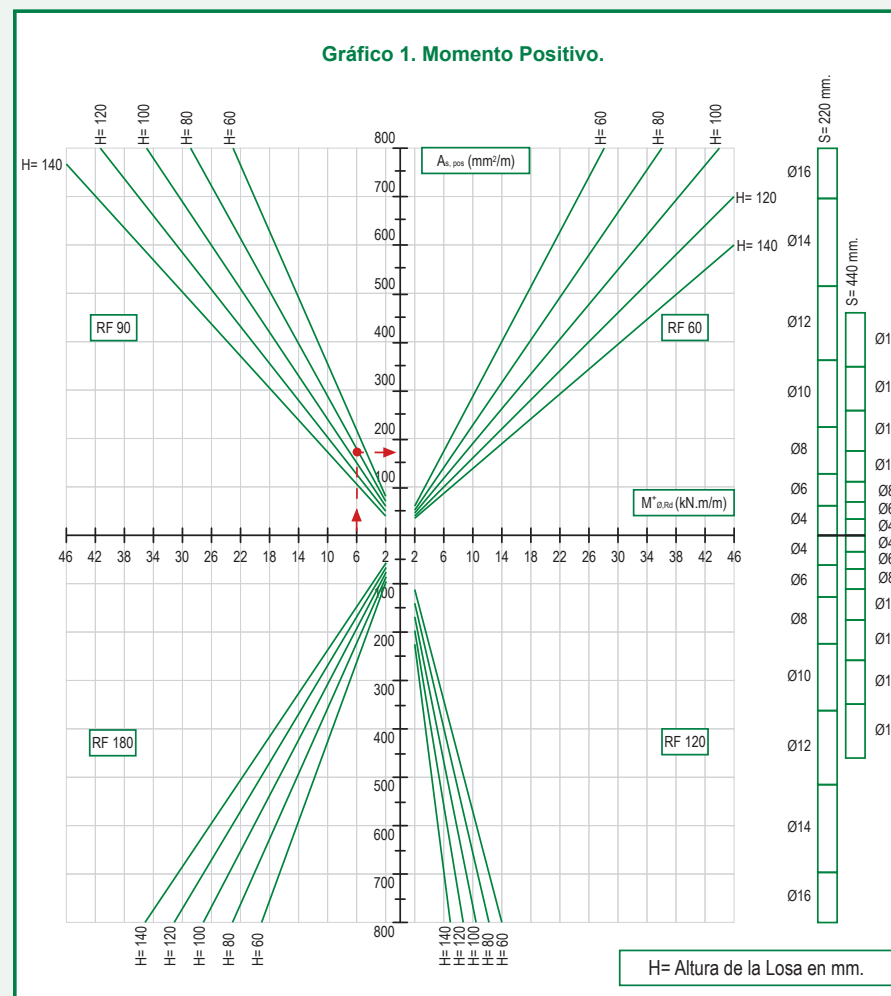
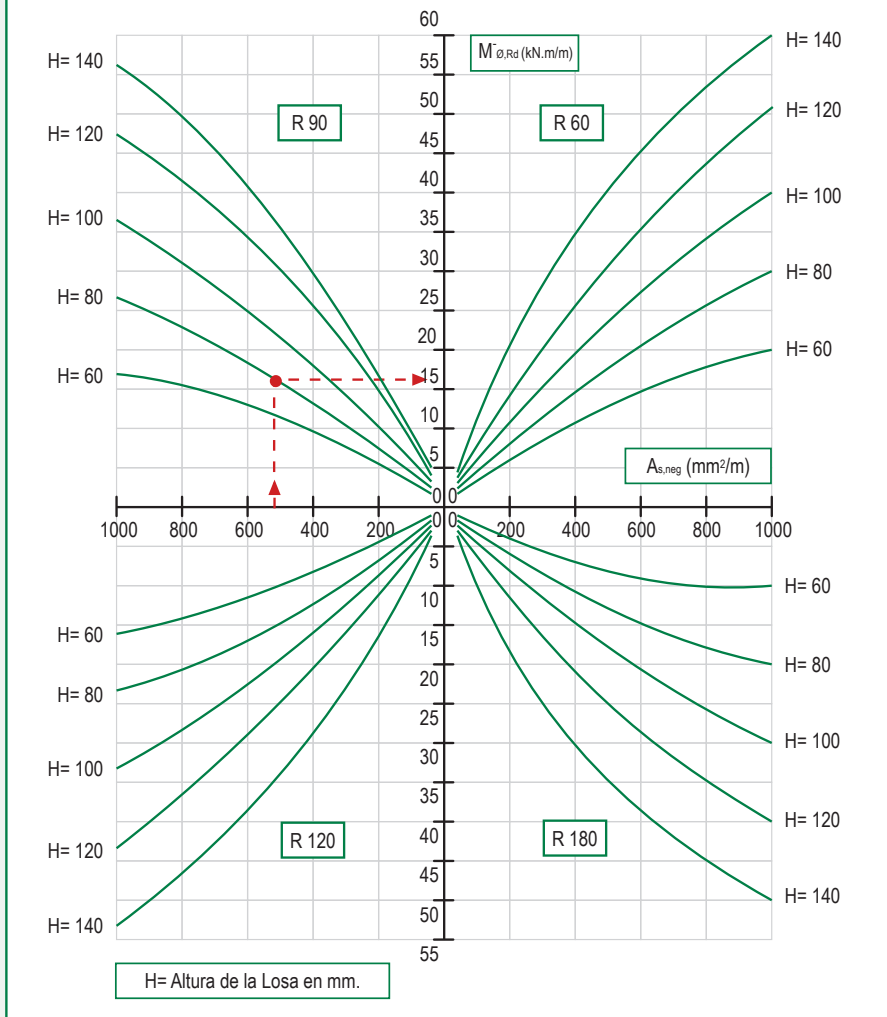


Figura 11

Gráfico 2. Momento Negativo.

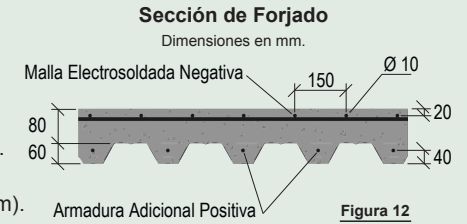


Hormigón C25/30:  $f_{c,20^{\circ}\text{C}} = 25 \text{ N/mm}^2$ .  
 Acero B500S:  $f_{sy20^{\circ}\text{C}} = 500 \text{ N/mm}^2$ .

Ejemplo de aplicación Criterio de Resistencia

Datos de partida:

- Resistencia al Fuego R90.
- Losa de 2 vanos.
- Sobrecarga de uso:  $Q = 6,00 \text{ kN/m}^2$ .
- Peso propio de la Losa Mixta:  $G = 2,65 \text{ kN/m}^2$ .
- Luz:  $L = 4 \text{ m}$ .
- Malla de Armadura Negativa:  $150 \times 150 \times 10 \text{ (mm)}$ .



Antes de la verificación del criterio de resistencia hay que realizar la comprobación de aislamiento y calcular el valor  $h_{\text{eff}}$ .

La condición a verificar para el tramo extremo de una losa continua es:

$$M_{\theta,Rd}^+ + 0,5 \cdot M_{\theta,Rd}^- \geq \frac{q \cdot L^2}{8}$$

donde:

$$\frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{K \cdot (Q + G) \cdot L^2}{8} = \frac{0,85 \cdot (6,00 + 2,65) \cdot 4^2}{8} = 14,7 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$$

siendo K el valor de factor de carga. Este valor tomará distintos valores en función de la relación entre la sobrecarga de uso y la carga permanente y del sistema estático. Para Losas Mixtas se toma el valor 0,85 obtenido a partir de cálculos comparativos.

Se calcula la armadura negativa por metro de losa;

$$A_{s,neg} = \frac{\pi \cdot \phi^2}{4 \cdot s} = 523,6 \text{ mm}^2/\text{m}$$

donde s es la separación entre barras de la malla.

El momento resistente negativo se obtendrá en el gráfico 2 con los valores de H y  $A_{s,neg}$ :

$$M_{\theta,Rd}^- = 16,59 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$$

Para verificar el criterio de resistencia:

$$M_{\theta,Rd}^+ + 0,5 \cdot M_{\theta,Rd}^- \geq \frac{q \cdot L^2}{8}$$

de esta expresión se despeja el valor de  $M_{\theta,Rd}^+$ .

$$M_{\theta,Rd}^+ = 14,7 - 0,5 \cdot 16,59 = 6,4 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}$$

Con el valor de  $M_{\theta,Rd}^+$  y H, en la gráfica 1, obtenemos el valor de  $A_{s,pos}$ .

$$A_{s,pos} = 166,73 \text{ mm}^2/\text{m}$$

y el diámetro correspondiente:

$$\phi = \sqrt{\frac{A_{s,pos} \cdot 4 \cdot 0,22}{\pi}} = 6,83 \text{ mm}$$

Solución:

Así pues, añadiendo una barra de  $\phi 8 \text{ mm}$  en cada valle con un recubrimiento de 40 mm se obtiene una resistencia al fuego normalizado de 90 minutos.

## El Ruido como Contaminante

El ruido es el contaminante más común, y puede definirse como cualquier sonido que sea calificado por quien lo recibe como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable.

Así, lo que es música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra. En un sentido más amplio, ruido es todo sonido percibido no deseado por el receptor, y se define al sonido como todo agente físico que estimula el sentido del oído.

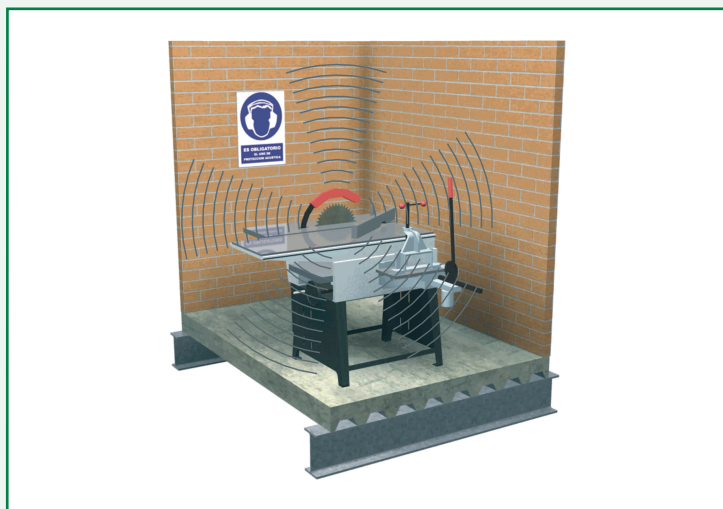


Figura 13

## Características del Ruido

El ruido presenta grandes diferencias con respecto a otros contaminantes:

- es el contaminante más barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- es complejo de medir y cuantificar. No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero sí puede tenerlo en el hombre.
- tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, vale decir, es localizado.
- no se traslada a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado movido por el viento, por ejemplo.
- se percibe sólo por un sentido, el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

Al utilizar la Losa Mixta HLM-60/220 como solución estructural para una entreplanta o cubierta, aparte de aprovechar sus grandes ventajas en cuanto a resistencia y deformación se refiere, también se obtienen notables avances en cuanto al aislamiento acústico respecto a otros tipos de fojados debido a su masividad.

## Características Acústicas

Las características acústicas que debe cumplir la Losa Mixta HLM-60/220, cuando se utilice como elemento constructivo horizontal o como cubierta, según el Documento Básico del Código Técnico DB-HR: Protección contra el Ruido aprobado el 19 de Octubre de 2007 son:

1. Aislamiento mínimo a ruido aéreo entre recintos  $D_{nT} = 50$  dBA.
2. Máximo Nivel de Ruido de Impacto Normalizado  $L_n = 65$  dBA.

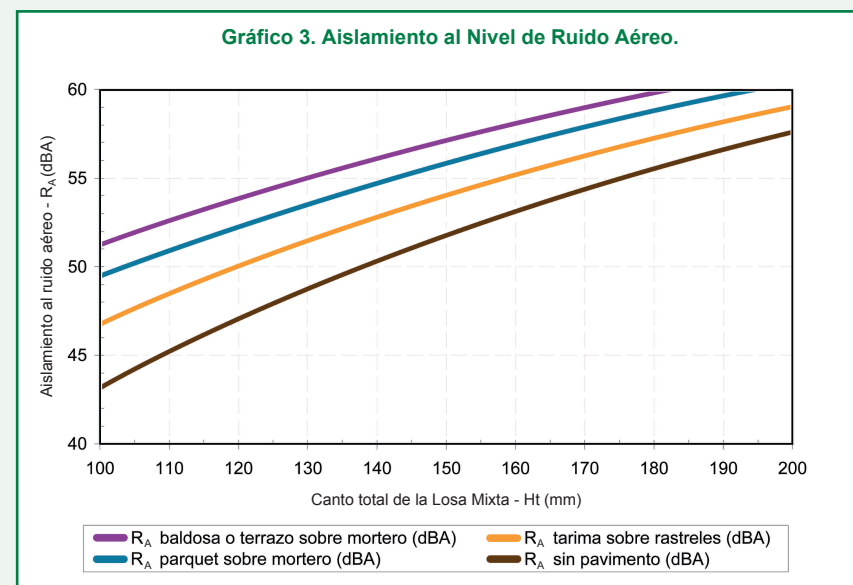
## Aislamiento al Nivel de Ruido Aéreo ( $R_A$ )

El Código Técnico de la Edificación en el DB-HR admite que en ausencia de ensayos se puede calcular el aislamiento mínimo a ruido aéreo de un elemento constructivo ( $R_A$ ) mediante las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} m \leq 150 \text{ kg/m}^2 & \quad R_A = 16,6 \cdot \log(m) + 2 \\ m > 150 \text{ kg/m}^2 & \quad R_A = 36,5 \cdot \log(m) - 38,5 \end{aligned}$$

donde  $m$ , expresada en  $\text{kg/m}^2$ , representa la masa por unidad de superficie de la Losa Mixta y  $R_A$  se obtiene en dBA.

En el Gráfico 3 se muestra el resultado del aislamiento proporcionado por diferentes soluciones constructivas. Este valor ha sido calculado partiendo de las ecuaciones anteriores y de los pesos específicos más usuales de estos materiales.



	Espesor (cm)	Masa unitaria (Kg/m <sup>2</sup> )	Aislamiento al Ruido Aéreo R <sub>A</sub> (dBA)			
			Baldosa o terrazo sobre mortero (120 Kg/m <sup>2</sup> )	Moqueta o láminas sobre mortero (80 Kg/m <sup>2</sup> )	Parquet sobre mortero (90 Kg/m <sup>2</sup> )	Tarima sobre rastreles (50 Kg/m <sup>2</sup> )
FORJADO UNIDIRECCIONAL DE HORMIGÓN ARMADO CON BOVEDILLA DE CERÁMICA	150	170	51	49	50	47
	180	190	52	50	51	48
	200	210	53	51	52	50
	230	240	55	53	53	51
	250	250	55	53	54	52
	280	270	56	54	55	53
	300	290	57	55	56	54
	330	310	57	56	56	55
	350	330	58	57	57	56
FORJADO UNIDIRECCIONAL DE HORMIGÓN ARMADO CON BOVEDILLA DE HORMIGÓN	150	190	52	50	51	48
	180	220	54	52	52	50
	200	240	55	53	53	51
	230	280	56	55	55	53
	250	300	57	55	56	54
	280	330	58	57	57	56
	300	350	59	57	58	56
	330	380	60	58	59	58
	350	400	61	59	60	58
FORJADO UNIDIRECCIONAL DE HORMIGÓN ARMADO SIN BOVEDILLAS	150	150	50	48	48	45
	180	170	51	49	50	47
	200	190	52	50	51	48
	230	210	53	51	52	50
	250	220	54	52	52	50
	280	240	55	53	53	51
	300	250	55	53	54	52
	330	270	56	54	55	53
	350	290	57	55	56	54
FORJADO RETICULAR DE HORMIGÓN ARMADO	200	220	54	52	52	50
	250	270	56	54	55	53
	300	320	58	56	57	55
	350	360	59	58	58	57
	200	250	55	53	54	52
	250	310	57	56	56	55
	300	370	60	58	59	57
350	420	61	60	60	59	

Tabla 12

## Máximo Nivel de Ruido de Impacto Normalizado (L<sub>n</sub>)

Según el DB-HR los elementos constructivos de separación horizontal deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla una determinada protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso, zonas comunes, recintos de instalaciones o recintos de actividad.

Para el cálculo del aislamiento acústico a ruido de impactos de la Losa Mixta las transmisiones más importantes son las que proceden del recinto superpuesto.

El cálculo se realizará, al igual que cualquier otro tipo de forjado, mediante las expresiones que figuran en el "Documento Básico del Código Técnico DB-HR: Protección frente al ruido".

## Soluciones para mejorar el Aislamiento a Ruido de Impacto

Existen diferentes soluciones que se utilizan para mejorar, en caso que sea necesario, el nivel de aislamiento a ruido de impacto, en la Tabla 13 se cuantifica el aporte de varias soluciones constructivas.

ELEMENTO	SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA	MEJORA DE AISLAMIENTO A RUIDO DE IMPACTO NORMALIZADO (dBA)
PAVIMENTOS	Plástico (PVC, amianto vinilo)	2
	Flotante de hormigón sobre fieltro	6
	Plástico sobre corcho	7
	Plástico sobre fieltro	8
	Parquet de corcho	10
	Plástico sobre espuma	11
	Flotante de hormigón sobre fibra mineral	15
	Flotante de hormigón sobre planchas elasticadas de poliestireno expandido	18
	Moqueta	16
	Flotante sobre parquet	18
	Moqueta sobre fieltro	20
	Moqueta sobre espuma	22
	TECHOS	Falso techo flotante

Tabla 13