

**FORJADOS
COLABORANTES**

FORJADOS COLABORANTES



INTRODUCCIÓN

El forjado compuesto o colaborante representa la solución constructiva más idónea para todas aquellas obras donde se requieran tanto las máximas prestaciones técnicas y mecánicas, como rapidez de ejecución y garantías. Gracias a sus características superiores, se adapta a cualquier tipología edificatoria (industrial, comercial, deportiva, residencial). Presenta notables beneficios económicos sobre todo si se tiene en cuenta al inicio del proyecto: comporta una disminución del canto medio del forjado, y por tanto una reducción de peso que se traduce en una reducción de la sección resistente de la estructura (pilares, vigas, cimentaciones). La adopción de esta tecnología responde además a ciertas exigencias ineludibles en los edificios modernos, como la conducción de servicios ofimáticos, la utilización de falsos techos y una mejor planificación de las diferentes fases de ejecución.

FORJADOS COMPUESTOS

El fundamento de los forjados compuestos radica en la tecnología usada para potenciar la adherencia entre la chapa de acero conformada y el hormigón. Esta tecnología se denomina también forjado colaborante por la colaboración entre los dos materiales que componen el forjado, para hacer frente a las tensiones generadas por las cargas. La adhesión mecánica de los dos componentes se realiza a través de las indentaciones en los flancos inclinados del perfil de acero galvanizado. La adhesión química de por sí sola, no sería suficiente para garantizar una unión eficiente que haga realmente trabajar el forjado compuesto como estructura mixta.

FUNCIONES Y VENTAJAS

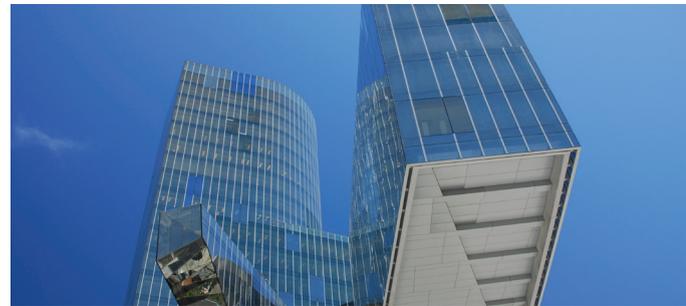
Una vez esté ejecutado, el forjado cumple las siguientes funciones:

- Actúa como plataforma de trabajo durante la construcción, ejerciendo simultáneamente funciones de seguridad y protección contra la caída de objetos.
- Sustituye al encofrado perdido de madera como soporte al vertido de hormigón.
- Contribuye a estabilizar el marco si se trata de una estructura metálica, disminuyendo la necesidad de arriostramientos horizontales.
- Soporta las cargas durante el hormigonado, en determinados casos de luz y canto. Por encima de un cierto límite de esbeltez es necesario apuntalar la chapa antes de verter el hormigón. Es responsabilidad del calculista asegurarse de que se coloquen los soportes intermedios necesarios cuando lo indique la tabla de sobrecarga.
- Facilita la circulación en los pisos durante la ejecución de los forjados, al no requerir la densidad de apuntalamiento necesaria con un encofrado convencional.
- Trabaja en colaboración con el hormigón, gracias a la íntima unión entre ambos materiales, conseguida con los resaltes e indentaciones de la chapa. El perfil metálico reemplaza total o parcialmente a las habituales armaduras de tracción de una losa. El uso de redondos de tracción adicionales no está contemplado en las tablas de este manual: no obstante el calculista podrá prever su uso para incrementar la resistencia al fuego y la losa.
- La utilización del forjado colaborante con conectores, permite formar una viga mixta. Esto se traduce en una importante reducción del canto del forjado y en consecuencia del peso de la perfiles metálica que soporta la losa y de la estructura y cimentaciones del edificio en general. El beneficio económico es evidente, tanto en materiales como en tiempo de ejecución.
- Las nervaduras longitudinales de la chapa perfilada permiten el alojamiento de instalaciones y canalizaciones del edificio en su interior.
Se trata de un sistema constructivo de elevada economía y rapidez de ejecución.

CARACTERÍSTICAS

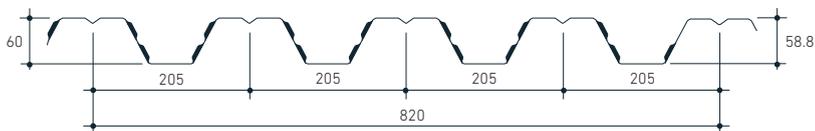
Los perfiles de forjado colaborante de Hiansa están, particularmente indicados para edificios de importantes dimensiones con estructura metálica. Se adaptan perfectamente a diferentes tipologías edificatorias tales como:

- Edificios industriales
- Terciario y oficinas
- Grandes edificios públicos
- Grandes superficies y almacenes
- Centros comerciales y ocio




ACABADO
 Galvanizado

ESPEORES (mm)
 Hasta 1.2

ANCHO ÚTIL 820 mm
USO
 Forjado Colaborante


CARACTERÍSTICAS

Las características del MT-60 han sido desarrolladas en colaboración con el Grupo de Estructuras del Departamento de Medios Continuos de la Escuela de Ingenieros Superiores de Sevilla, dentro de un marco de cooperación con AICIA – Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía.

Los ensayos experimentales llevados a cabo se ajustan a las prescripciones de las Normativas Eurocódigo 4 y Eurocódigo 3, únicas normativas de referencia y obligado cumplimiento en breve plazo a nivel europeo.

Los valores publicados en las tablas se refieren a la sobrecarga estática admisible y la sección de armadura al momento flector negativo en caso de apoyos intermedios. Los ensayos a rotura de losas de diferente tipología han facilitado los parámetros característicos "m" y "k" que definen la recta de referencia del forjado MT-60. Esta recta proporciona el dato de sobrecarga admisible en función del espesor de la chapa y del canto del forjado. Tras obtener estos valores, siguiendo las modalidades de ensayo descritas en el EC4, se han comprobado por medio de los obligados ensayos de comprobación.

DATOS DE LOS FORJADOS COLABORANTES

MT-60	kg /m ²	I (cm ⁴ /ml)	Wi (cm ³ /ml)
0.8	9.57	60.38	18.56
1.0	11.97	75.47	23.14
1.2	14.36	90.56	27.68



HORMIGÓN NORMAL (3 APOYOS)

SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) **ESPELOR 0.8mm**

		H (cm)															
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2	1090	1251	1412	1573	1735	1873	1973	2071	2168	2263	2355	2446	2536	2623	2708	2792
	2.2	918	1054	1190	1325	1461	1597	1733	1854	1939	2024	2106	2187	2266	2343	2418	2492
	2.4	786	903	1019	1135	1251	1368	1484	1600	1717	1824	1898	1970	2040	2109	2177	2243
	2.6	683	784	885	986	1087	1188	1289	1390	1491	1592	1693	1787	1850	1912	1972	2032
	2.8	600	689	778	866	955	1044	1132	1221	1310	1399	1487	1576	1665	1743	1309	1373
	3	533	612	690	769	848	927	1005	1084	1163	1242	1320	941	994	1048	1102	1156
	3.2	477	548	618	689	759	830	900	971	658	704	749	795	840	886	931	977
	3.4	431	495	558	622	685	749	479	518	557	595	634	673	711	750	788	827
	3.6	392	449	507	565	340	372	405	438	471	504	537	569	602	635	668	701
	3.8	358	411	231	258	286	314	342	370	398	426	453	481	509	537	565	593
	4	329	170	193	217	240	264	288	311	335	358	382	406	429	453	476	500
	4.2	121	141	161	181	201	220	240	260	280	300	320	340	360	380	399	419
	4.4	99	116	133	149	166	182	199	216	232	249	266	282	299	316	332	349
	4.6	80	94	108	121	135	149	163	177	190	204	218	232	246	259	273	287
	4.8	63	74	86	97	108	119	131	142	153	165	176	187	198	210	221	232
5	48	57	66	75	84	93	102	111	120	129	138	147	156	165	175	184	

Restricciones: Puntuales  = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

HORMIGÓN NORMAL (3 APOYOS)

SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) **ESPELOR 1mm**

		H (cm)															
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2	1312	1507	1692	1797	1900	2001	2101	2198	2294	2388	2480	2570	2658	2744	2829	2912
	2.2	1102	1265	1429	1592	1704	1794	1882	1969	2054	2137	2219	2298	2377	2453	2528	2601
	2.4	941	1080	1220	1359	1499	1621	1700	1778	1854	1928	2001	2072	2142	2210	2277	2342
	2.6	815	935	1056	1177	1297	1418	1539	1616	1684	1751	1817	1881	1944	2005	2065	2123
	2.8	714	820	925	1031	1137	1242	1348	1454	1539	1600	1659	1717	1774	1829	1883	1936
	3	632	725	819	913	1006	1100	1193	1287	1380	1469	1523	1575	1626	1676	1725	1773
	3.2	564	648	731	815	898	982	1065	1149	1232	1316	1399	1451	1497	1140	1198	1257
	3.4	508	583	658	733	809	884	959	1034	1109	1184	1259	874	924	975	1025	1075
	3.6	461	529	597	665	733	801	869	937	620	663	706	749	792	835	878	921
	3.8	420	482	544	606	668	730	457	494	531	568	605	642	680	717	754	791
	4	385	442	499	556	327	359	391	423	455	487	519	551	583	615	646	678
	4.2	355	407	460	252	279	307	334	362	389	416	444	471	499	526	554	581
	4.4	329	167	190	214	237	261	284	308	331	355	379	402	426	449	473	496
	4.6	120	140	160	180	201	221	241	261	281	301	321	341	361	381	401	422
	4.8	100	117	134	151	168	185	202	219	236	253	270	287	304	322	339	356
5	82	96	110	125	139	153	168	182	197	211	225	240	254	268	283	297	

Restricciones: Puntuales  = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

HORMIGÓN NORMAL (3 APOYOS)

SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) **ESPELOR 1.2mm**

		H (cm)															
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2	1535	1717	1823	1927	2029	2130	2228	2325	2420	2513	2604	2693	2780	2866	2950	3031
	2.2	1286	1477	1638	1730	1821	1910	1998	2084	2168	2251	2331	2410	2488	2563	2637	2710
	2.4	1095	1258	1420	1566	1648	1728	1806	1883	1958	2032	2104	2175	2244	2311	2377	2442
	2.6	946	1087	1227	1367	1501	1573	1644	1713	1781	1847	1912	1976	2038	2098	2157	2215
	2.8	827	950	1073	1195	1318	1441	1505	1567	1629	1689	1747	1805	1861	1915	1969	2021
	3	731	839	947	1056	1164	1272	1381	1441	1497	1551	1605	1657	1707	1757	1805	1852
	3.2	651	748	844	941	1037	1134	1230	1327	1382	1431	1480	1527	1573	1618	1662	1705
	3.4	585	672	758	845	932	1018	1105	1192	1278	1325	1370	1413	1455	1496	1536	1575
	3.6	529	608	686	764	843	921	999	1078	1156	1231	1272	1311	1350	1035	1089	1142
	3.8	482	553	624	695	767	838	909	981	1052	1123	757	803	850	896	942	989
	4	441	506	571	636	702	767	832	897	575	615	656	696	736	776	816	857
	4.2	405	465	525	585	645	705	428	463	498	533	568	603	638	673	708	743
	4.4	375	430	485	541	309	339	370	400	430	461	491	522	552	582	613	643
	4.6	348	399	450	239	266	292	319	345	371	398	424	450	477	503	530	556
	4.8	324	159	182	205	228	251	273	296	319	342	365	388	410	433	456	479
5	115	135	155	174	194	214	233	253	273	292	312	332	352	371	391	411	

Restricciones: Puntuales  = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

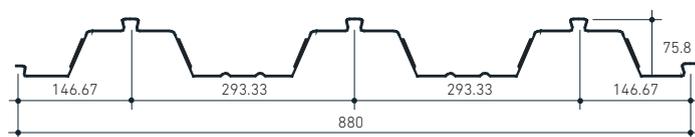


ACABADO
Galvanizado

ESPESORES (mm)
Hasta 1.2

ANCHO ÚTIL 880 mm

USO
Forjado Colaborante



CARACTERÍSTICAS

Definido por la altura del perfil incluyendo las colas de milano, está especialmente aconsejado para edificios de estructura metálica, donde la dimensión y espacio son de cierta significación tales como:

- Edificios industriales
- Edificios de oficinas
- Hospitales
- Centros de ocio y educacionales
- Centros comerciales, etcétera

Las características técnicas del MT-76 han sido elaboradas con la colaboración de David García Carrera, arquitecto, vicepresidente ejecutivo de ACE (Asociación de Consultores de Estructura), director del departamento de física y estructuras de la UIC (Universidad Internacional de Cataluña), precedidos por numerosos ensayos llevados a cabo por LGAI Technological Center (Laboratorio General de Ensayos e Investigaciones de la Generalidad de Cataluña).

Los valores de las tablas de resultados para el manual de uso del forjado MT-76, se han elaborado partiendo del manual de uso del Instituto de Tecnología de la Construcción de Cataluña y de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Eurocódigo 4, parte 1-1, para proyectos de estructuras mixtas de hormigón y acero.

DATOS DE LOS FORJADOS COLABORANTES

MT-76	kg /m ²	I (cm ⁴ /ml)	Wi (cm ³ /ml)
0.8	8.92	89	27.3
1.0	11.15	111.1	33.8
1.2	13.38	133	40.5



HORMIGÓN NORMAL(3 APOYOS)
SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) ESPESOR 0.8mm

		CANTO (h,cm)					
		10	12	14	16	18	20
LUZ (m)	2	1640	1920	2080	2190	2310	2410
	2.25	1440	1690	1900	2040	2140	2240
	2.5	1180	1500	1680	1860	2010	2090
	2.75	970	1260	1510	1660	1810	1960
	3	800	1050	1290	1500	1640	1770
	3.25	670	880	1090	1290	1480	1600
	3.5	550	750	920	1100	1270	1450
	3.75	460	640	790	940	1090	1240
	4	380	550	680	810	940	1060
	4.25	320	470	580	700	810	920
	4.5		410	500	600	700	800
	4.75		350	440	520	610	690
	5		300	380	450	530	600
	5.25			330	390	460	520
	5.5						
5.75							

 Restricciones: Puntuales ■ = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

HORMIGÓN NORMAL(3 APOYOS)
SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) ESPESOR 1mm

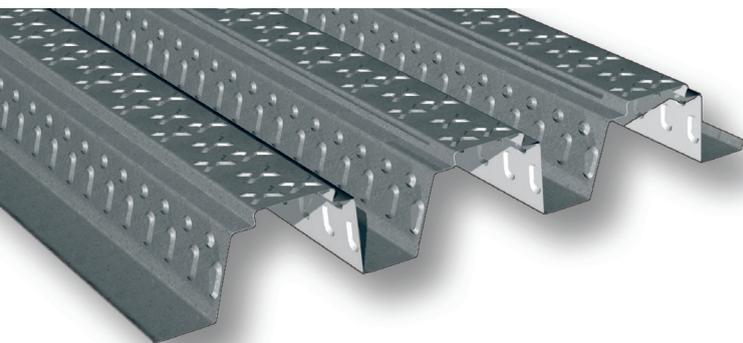
		CANTO (h,cm)					
		10	12	14	16	18	20
LUZ (m)	2	1630	2090	2290	2400	2510	2620
	2.25	1430	1840	2050	2250	2340	2430
	2.5	1240	1630	1820	1990	2160	2280
	2.75	1000	1460	1630	1790	1940	2080
	3	810	1280	1470	1610	1750	1870
	3.25	670	1080	1340	1470	1590	1700
	3.5	550	920	1140	1340	1450	1550
	3.75	460	790	970	1160	1330	1420
	4	380	680	840	1000	1160	1310
	4.25	320	590	730	870	1010	1150
	4.5		510	630	750	880	1000
	4.75		440	550	660	770	870
	5		390	480	580	670	770
	5.25		340	420	510	590	670
	5.5		300	370	440	520	590
5.75							

 Restricciones: Puntuales ■ = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

HORMIGÓN NORMAL (3 APOYOS)
SOBRECARGAS ESTÁTICAS (daN/m²) ESPESOR 1.2mm

		CANTO (h,cm)					
		10	12	14	16	18	20
LUZ (m)	2	1630	2090	2500	2620	2730	2830
	2.25	1430	1830	2210	2410	2540	2640
	2.5	1240	1630	1960	2140	2300	2460
	2.75	1000	1460	1760	1910	2060	2200
	3	810	1320	1590	1730	1860	1990
	3.25	670	1200	1450	1570	1690	1810
	3.5	550	1050	1330	1440	1550	1650
	3.75	460	890	1160	1320	1420	1510
	4	380	750	1010	1200	1310	1400
	4.25	320	640	880	1040	1210	1290
	4.5		550	760	910	1060	1200
	4.75		470	670	800	930	1060
	5		410	590	700	820	930
	5.25		350	520	620	720	820
	5.5		300	460	550	640	730
5.75			400	480	560	640	

 Restricciones: Puntuales ■ = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

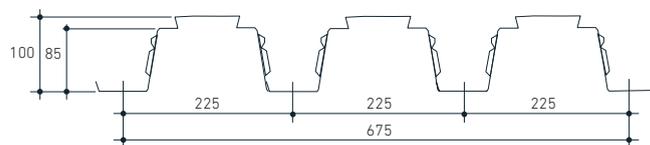


ACABADO
Galvanizado

ESPESORES (mm)
Hasta 1.2

ANCHO ÚTIL 675 mm

USO
Forjado Colaborante



CARACTERÍSTICAS

El perfil del forjado colaborantes MT-100 (llamado así por la altura de greca de 100 mm) está particularmente indicado para edificios de importantes dimensiones con estructura metálica y luz entre apoyos significativa. Se adapta perfectamente a diferentes tipologías edificatorias tales como:

- Edificios industriales
- Terciario y oficinas
- Grandes edificios públicos
- Grandes superficies y almacenes
- Centros comerciales y ocio
- Centros deportivos

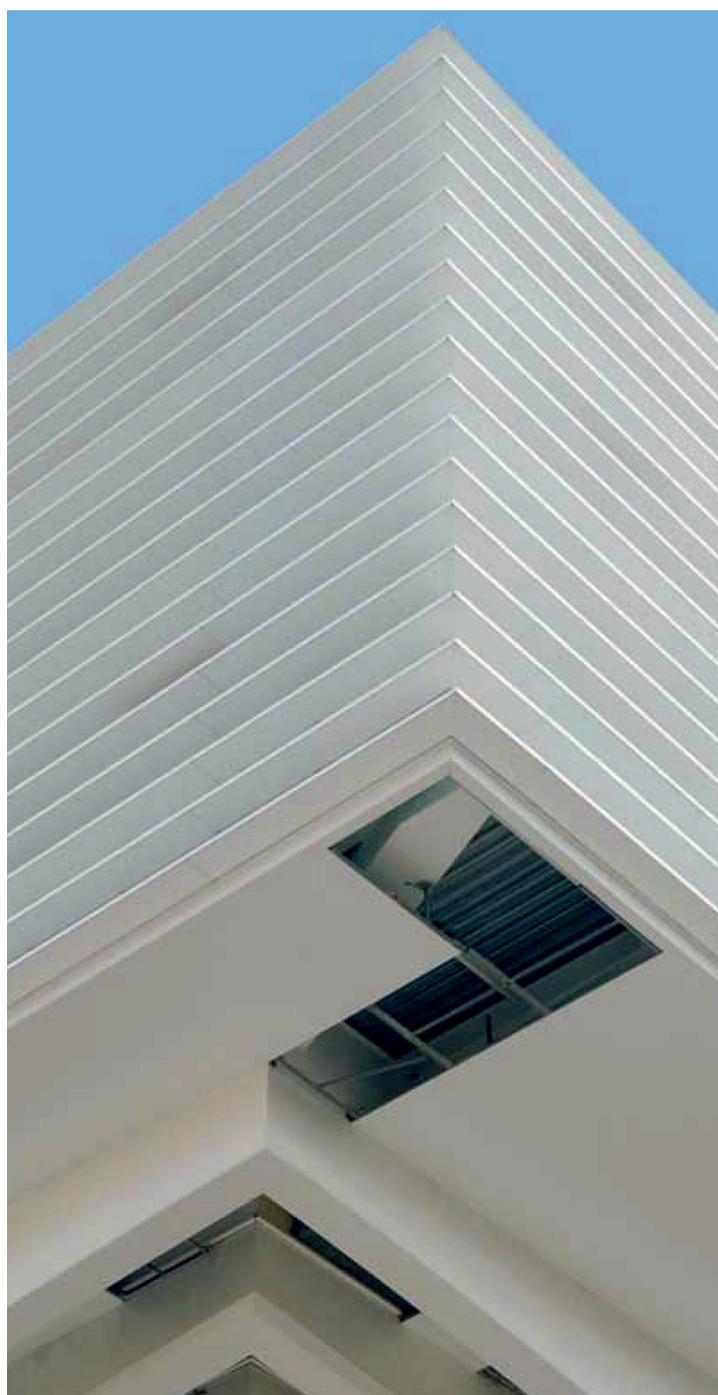
Las características del MT-100 han sido desarrolladas en colaboración con el Grupo de Estructuras del Departamento de Medio Continuos de la Escuela de Ingenieros Superiores de Sevilla, dentro de un marco de cooperación con AICIA – Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía.

Los ensayos experimentales llevados a cabo se ajustan a las prescripciones de las Normativas Eurocódigo 4 y Eurocódigo 3, únicas normativas de referencia en breve plazo a nivel europeo.

Los valores publicados en las tablas se refieren a la sobrecarga estática admisible y la sección de armadura al momento flector negativo en caso de apoyos intermedios. Los ensayos a rotura de losas de diferente tipología han facilitado los parámetros característicos "m" y "k" que definen la recta de referencia del forjado MT-100. Esta recta proporciona el dato de sobrecarga admisible en función del espesor de la chapa y del canto del forjado. Tras su obtención, estos valores se han comprobado por medio de los obligados ensayos, siguiendo las modalidades descritas en el EC4.

DATOS DE LOS FORJADOS COLABORANTES

MT-100	kg /m ²	I (cm ⁴ /ml)	Wi (cm ³ /ml)
0.8	11.63	195.78	34.5
1.0	14.54	244.81	43.09
1.2	17.44	294.72	52.06



		H (cm)											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2	1538	1653	1740	1827	1911	1994	2075	2155	2233	2309	2384	2457
	2.2	1383	1485	1563	1639	1714	1787	1859	1930	1999	2066	2132	2197
	2.4	1253	1345	1415	1483	1550	1615	1679	1742	1803	1863	1922	1980
	2.6	1144	1227	1289	1351	1411	1469	1527	1583	1638	1692	1745	1796
	2.8	1046	1125	1182	1237	1291	1344	1396	1447	1497	1545	1592	1638
	3	922	1033	1089	1139	1188	1236	1283	1329	1374	1418	1460	1502
	3.2	820	919	1007	1053	1098	1141	1184	1226	1267	1306	1345	1382
	3.4	735	823	912	977	1018	1058	1097	1135	1172	1208	1243	1277
	3.6	663	743	823	902	947	984	1019	1054	1088	1120	1157	1191
	3.8	602	675	747	819	884	917	950	981	1011	1040	1068	1095
	4	550	616	682	748	814	857	885	912	938	963	987	1010
	4.2	504	565	625	686	748	787	812	836	858	879	898	916
	4.4	465	520	575	631	688	745	791	836	871	905	938	970
	4.6	430	488	540	594	649	704	750	795	830	863	895	926
	4.8	400	458	507	561	615	669	714	759	794	827	859	890
	5	375	433	480	533	586	639	692	737	772	805	837	868
	5.2	355	411	457	509	561	613	665	709	744	777	809	840
	5.4	340	395	440	491	542	593	644	688	723	756	788	819
	5.6	330	383	427	477	527	577	627	671	706	739	771	802
	5.8	325	376	419	468	517	566	615	659	694	727	759	790
6	320	370	412	460	508	556	604	648	683	716	748	779	
6.2	315	364	405	452	499	546	593	637	672	705	737	768	
6.4	310	358	398	444	490	536	582	626	661	694	726	757	
6.6	305	352	391	436	481	526	571	615	650	683	715	746	
6.8	300	346	384	428	472	516	560	604	639	672	704	735	
7	295	340	377	420	463	506	549	593	628	661	693	724	

Restricciones: Puntuales = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

		H (cm)											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2	1531	1702	1870	1989	2072	2154	2233	2312	2388	2464	2537	2609
	2.2	1376	1529	1680	1786	1860	1932	2003	2072	2140	2206	2271	2334
	2.4	1247	1385	1522	1618	1683	1748	1811	1872	1933	1992	2049	2105
	2.6	1137	1264	1388	1475	1534	1592	1648	1703	1757	1810	1862	1912
	2.8	1044	1160	1273	1352	1406	1458	1509	1558	1607	1654	1701	1746
	3	963	1069	1174	1246	1295	1342	1388	1433	1477	1520	1561	1602
	3.2	891	990	1087	1153	1197	1240	1282	1323	1363	1402	1439	1476
	3.4	829	920	1010	1072	1112	1151	1189	1226	1262	1297	1332	1365
	3.6	773	858	942	999	1035	1071	1106	1140	1173	1205	1236	1266
	3.8	720	803	881	934	967	1000	1032	1063	1093	1122	1151	1178
	4	656	735	813	875	906	936	965	993	1021	1048	1074	1099
	4.2	600	673	745	817	850	878	905	931	956	982	1007	1031
	4.4	552	619	685	751	800	825	850	875	900	925	950	974
	4.6	510	571	633	694	754	780	805	830	855	880	905	929
	4.8	473	529	586	644	693	718	743	768	793	818	843	867
	5	440	492	548	605	654	679	704	729	754	779	804	828
	5.2	410	464	519	575	624	649	674	699	724	749	774	798
	5.4	385	438	492	548	597	622	647	672	697	722	747	771
	5.6	365	417	470	525	574	599	624	649	674	699	724	748
	5.8	350	401	453	507	556	581	606	631	656	681	706	730
6	340	390	441	494	543	568	593	618	643	668	693	717	
6.2	330	379	429	481	530	555	580	605	630	655	680	704	
6.4	325	373	422	473	521	546	571	596	621	646	671	695	
6.6	320	367	415	465	513	538	563	588	613	638	663	687	
6.8	315	361	408	457	505	530	555	580	605	630	655	679	
7	310	355	401	450	498	523	548	573	598	623	648	672	

Restricciones: Puntuales = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

		H (cm)											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
LUZ (m)	2	1572	1747	1920	2090	2257	2370	2451	2530	2608	2684	2759	2832
	2.2	1413	1571	1725	1878	2028	2128	2200	2271	2339	2407	2473	2537
	2.4	1281	1423	1563	1701	1837	1927	1991	2054	2115	2175	2234	2291
	2.6	1169	1298	1426	1552	1675	1757	1815	1871	1926	1979	2032	2083
	2.8	1073	1192	1309	1424	1537	1611	1663	1714	1763	1812	1859	1905
	3	989	1099	1207	1313	1417	1485	1532	1578	1622	1666	1709	1750
	3.2	916	1018	1118	1216	1312	1374	1417	1459	1499	1539	1577	1625
	3.4	852	946	1039	1130	1219	1277	1316	1354	1391	1426	1461	1495
	3.6	795	883	969	1054	1137	1190	1226	1260	1294	1327	1358	1389
	3.8	744	826	906	986	1063	1112	1145	1177	1207	1237	1266	1294
	4	698	775	850	924	997	1043	1072	1101	1130	1157	1183	1209
	4.2	656	728	799	869	937	979	1007	1033	1059	1084	1108	1132
	4.4	618	686	753	818	882	922	947	972	995	1018	1040	1061
	4.6	584	648	711	772	833	870	893	915	937	958	909	958
	4.8	548	613	672	730	787	821	843	863	724	768	812	856
	5	509	570	631	691	745	777	569	608	648	687	726	766
	5.2	474	531	588	645	439	474	509	544	580	615	650	685
	5.4	443	496	329	361	393	424	456	487	519	550	582	613
	5.6	415	267	295	323	351	379	408	436	464	492	520	549
	5.8	213	238	264	289	314	339	364	390	415	440	465	490
6	191	213	235	258	280	303	325	348	370	393	415	437	
6.2	170	190	210	230	250	270	290	310	329	349	369	389	
6.4	151	169	186	204	222	239	257	275	292	310	328	346	
6.6	134	149	165	181	196	212	227	243	259	274	290	306	
6.8	118	132	145	159	173	186	200	214	228	241	255	269	
7	103	115	127	139	151	163	175	187	199	211	223	235	

Restricciones: Puntuales ■ = colocar 1 puntual en el centro del vano. Flecha L/250

