

Zehnder ZBN
Sistema de calefacción y refrigeración por
techo radiante
Catálogo técnico

zehnder

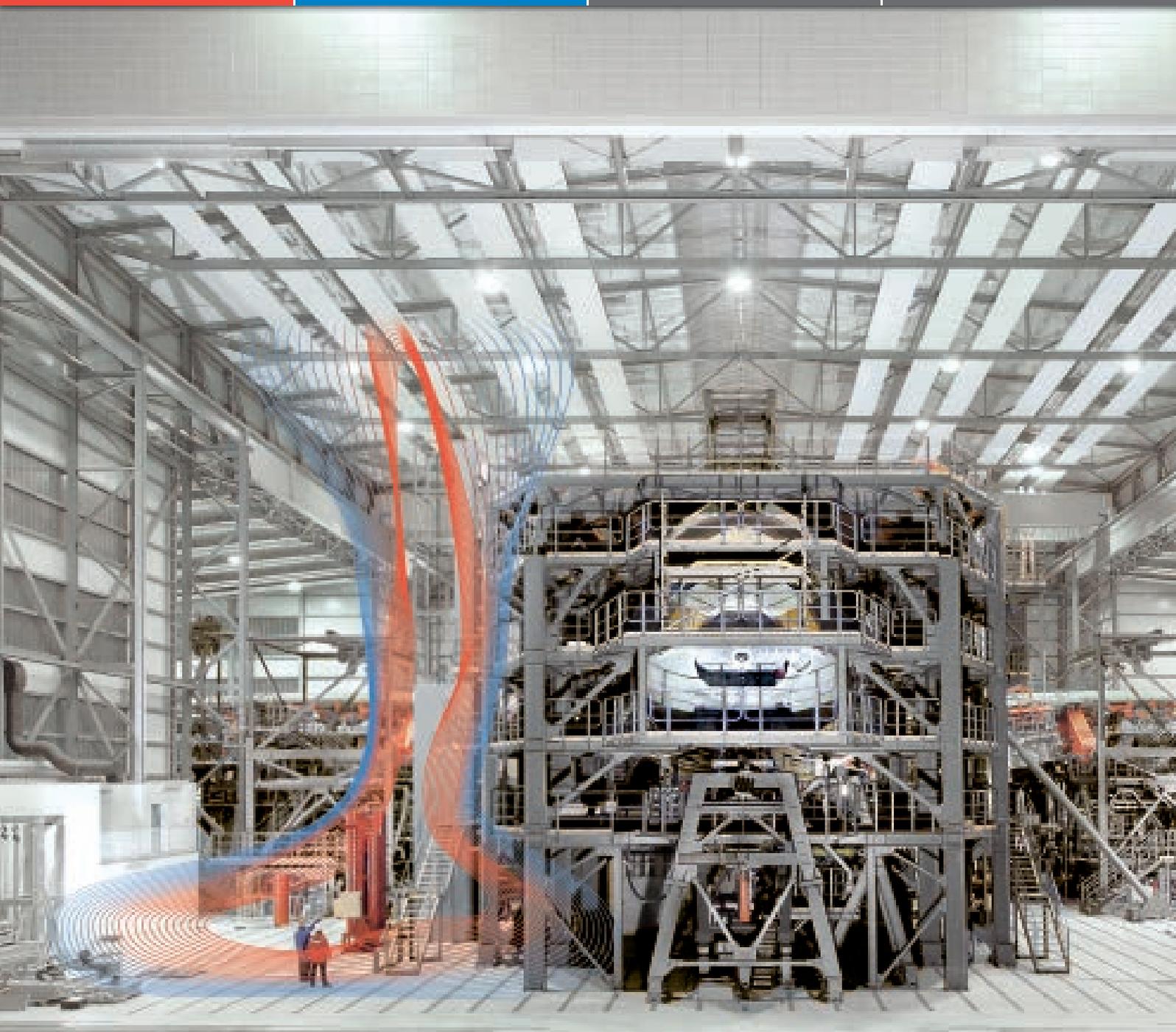
always
around you

Calefacción

Refrigeración

Aire fresco

Aire limpio





Confortable, de alto ahorro energético y flexible.

Los techos radiantes de Zehnder ZBN calientan y refrescan un edificio de forma tanto eficiente como agradable. Pueden emplearse en cualquier estancia de aprox. 2-50 m de altura. En comparación con otros sistemas, esto permite ahorrar más de un 40 % de energía. Los techos radiantes de Zehnder ZBN están disponibles en múltiples dimensiones. Se fabrican a la medida del edificio en que se van a montar. También es posible realizar acabados especiales.

Ventajas	4
Descripción del producto y modelos	6
Superficies, suspensión y sujeción	7
Sets de montaje	8
Sistemas de interconexión y absorción acústica	9
Soluciones especiales	10
Datos técnicos	12
Emisiones para calefacción y para refrescamiento	13
Resumen de los datos técnicos	16
Caudal mínimo, temperaturas límite y estabilidad frente a rebotes de pelotas	18
Dimensiones	20
Opciones de conexión	22
Ejemplo de dimensionado	24
Cálculo de la pérdida de carga	26
Equilibrado	28
Zehnder – always around you	30

Zehnder ZBN: ventajas

Los techos radiantes de Zehnder ZBN son una alternativa rentable y económica para edificios de cualquier altura y, además, son respetuosos con el medio ambiente y ahorran energía. Le mostramos un resumen de las ventajas.

1

Rentabilidad

- Permite ahorrar más del 40% de energía
- La temperatura del aire puede ser hasta 3 K menor (calefacción) o mayor (refrigeración)
- Las variaciones de la temperatura son menores
- Libre selección de la fuente de energía
- La energía mecánica motriz no supone ningún coste eléctrico adicional
- No hay gastos de mantenimiento ni reparación
- El techo radiante ofrece un gran rendimiento

2

Ambiente agradable

- Principio de la irradiación del calor
- Distribución uniforme del calor por todo el espacio
- Distribución uniforme de la temperatura por toda la altura del edificio
- El funcionamiento de la climatización es rápidamente perceptible
- No hay dispersión de polvo
- Sistema completamente silencioso

3

Tecnología

- Alta potencia térmica y capacidad de refrigeración (de conformidad con la norma EN 14037 o en cumplimiento con EN 14240)
- Las superficies de suelo y paredes son aprovechables en su totalidad
- El sistema reacciona con extrema rapidez ante las variaciones de temperatura
- Fácil montaje. Ahorro de hasta un 20% de los costes de montaje gracias a sus elementos más largos (hasta 7,5m)
- El aislamiento térmico viene montado de fábrica

4

Variedad de productos

- Hay disponibles 7 modelos estándar de Zehnder ZBN (de entre 2 y 8 tubos) con una anchura de entre 300 y 1200 mm
- Las bandas pueden llegar a tener una longitud máxima de aproximadamente 120 m (longitud del elemento individual de hasta 7,5 m)
- Pintado en polvo epoxi de alta calidad en cualquier color
- Se pueden solicitar soluciones especiales a medida
- Perforaciones para una mayor absorción acústica



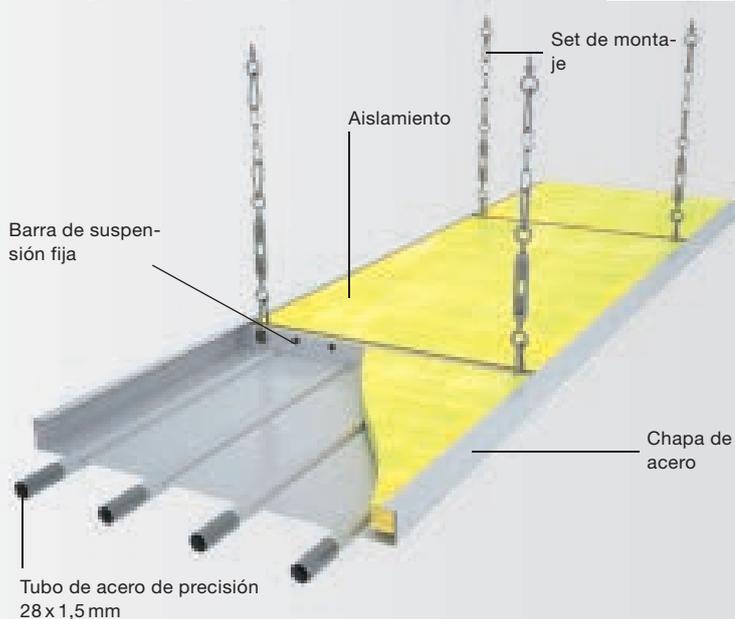
Gigelberghalle, Berlín (D)

Zehnder ZBN: Estructura y sujeción

Zehnder es sinónimo de calidad, funcionalidad y diseño. La empresa cuenta con las certificaciones ISO 9001 y 14001, y realiza la producción cumpliendo con las normas de calidad más estrictas. Los techos radiantes de Zehnder ZBN se producen y se inspeccionan de conformidad con la norma EN 14037. Llevan el símbolo CE.

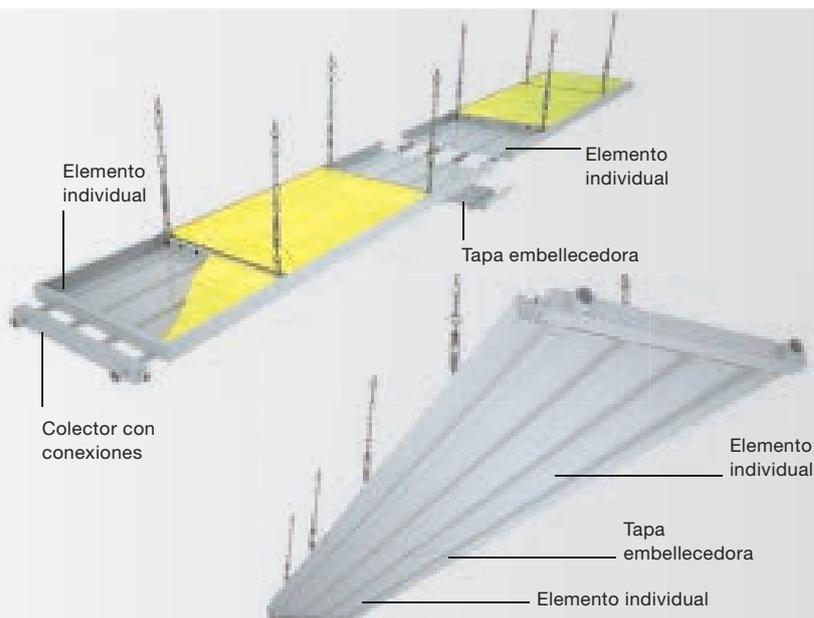
Estructura del elemento

Los techos radiantes de Zehnder ZBN están compuestos por una chapa de acero con molduras de gran profundidad donde se alojan los tubos. Si así se desea, el aislamiento puede colocarse en la parte superior del techo a modo de aislamiento térmico que sirve también para la absorción acústica.



Modelos

Los anchos estándar de construcción son 300, 450, 600, 750, 900, 1050 y 1200 mm. Pueden solicitarse otros tamaños especiales. Una banda de techo radiante puede estar compuesta por varios elementos individuales dispuestos de forma consecutiva. Los elementos individuales se fabrican en longitudes de hasta 7,5 m (esta longitud única en Europa reduce los costes del montaje hasta un 20%, en comparación con la longitud estándar de 6 m).



Superficies

Los techos radiantes de Zehnder ZBN se pueden suministrar opcionalmente con la superficie lisa o perforada. La superficie está recubierta con un lacado en polvo termoendurecido de alta calidad (en blanco estándar RAL 9016 o en el color que se prefiera).

Techo radiante de Zehnder ZBN liso



Techo radiante de Zehnder ZBN perforado

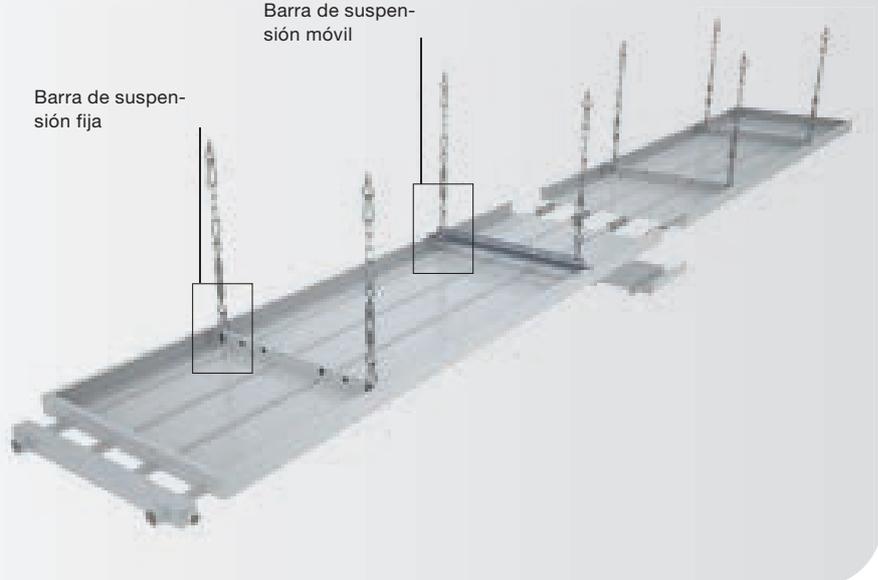


Suspensión y sujeción

El techo radiante de Zehnder ZBN se puede suspender de dos maneras.

Barra de suspensión móvil

Barra de suspensión fija



Barras de suspensión fijas y móviles

En el caso de las barras de suspensión fijas, los puntos de sujeción se encuentran en un punto fijo de las placas y no se pueden mover. Las barras de suspensión móviles, en cambio, se pueden mover en sentido longitudinal para adaptarse a la perfección a las particularidades arquitectónicas.

Barra de suspensión fija



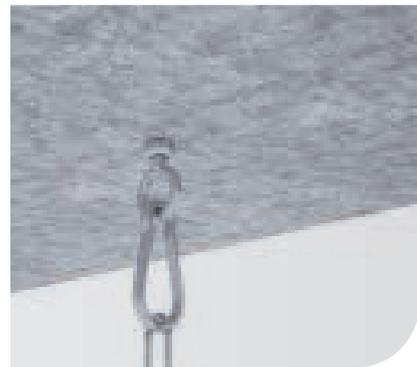
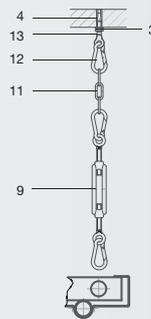
Barra de suspensión móvil



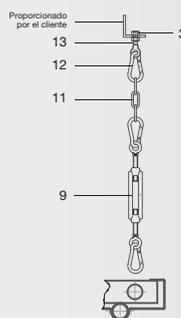
Sets estándar de montaje

Para montar los techos radiantes hay disponibles cinco sets estándar de montaje. Además, Zehnder ofrece una gran variedad de soluciones personalizadas.

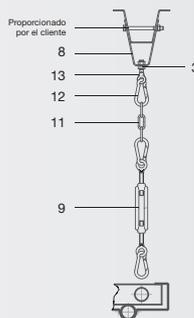
Cubierta de hormigón Set de montaje K 33



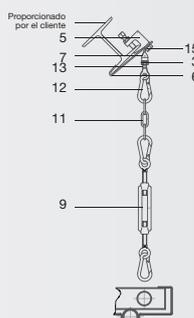
Perfil de acero Set de montaje K 34



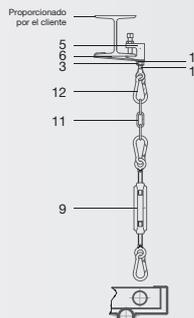
Chapa trapezoidal Set de montaje K 36



Viga de acero inclinada Set de montaje K 37



Viga de acero horizontal Set de montaje K 38



Leyenda

- 3 Tuerca hexagonal
- 4 Espiga de acero
- 5 Grapa de fijación
- 6 Brida de seguridad
- 7 Tornillo
- 8 Suspensor trapezoidal
- 9 Tensor con 2 anillas
- 11 Cadena
- 12 Mosquetón
- 13 Cáncamo
- 14 Arandela
- 15 Tornillo de cabeza hexagonal

Sistemas de interconexión

Si existen dos o más elementos individuales es obligatorio unirlos entre sí. En tal caso, existen dos formas de unir los tubos. Los elementos individuales se unen mediante soldadura o press fittings para montar el modelo deseado mientras que los puntos de unión se disimulan con una tapa embellecedora. De este modo se mantiene la armonía estética.

Unión soldada

La unión soldada es universal y se adecúa a todas las temperaturas, todos los anchos y longitudes de bandas, así como a todas las clases de conexión hidráulica. Con este procedimiento los tubos se unen sin dejar cantos y se sueldan unos con otros alternativamente empezando por los tubos exteriores y acabando por los interiores.



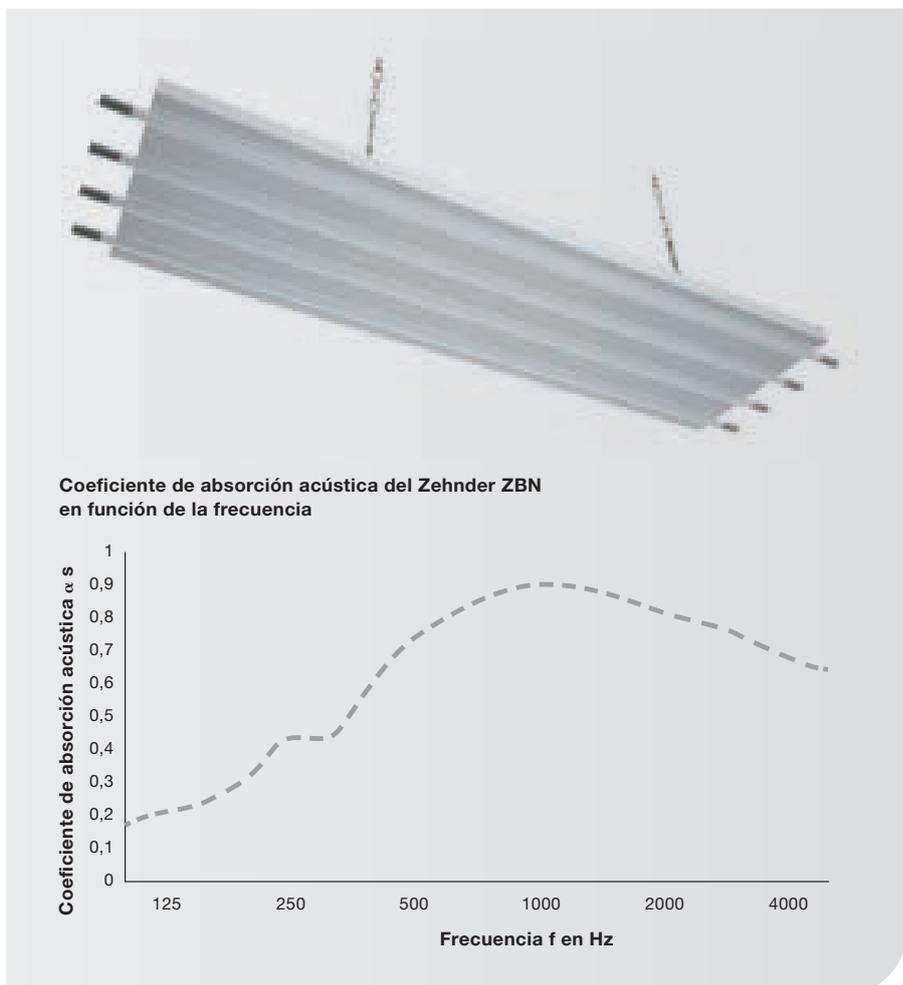
Unión mediante press fittings

Para poder utilizar press fittings con fiabilidad, se ha desarrollado un programa exclusivo. Con su ayuda, Zehnder comprueba la configuración de los techos radiantes que se van a montar y suministra los press fittings adecuados. De este modo se garantiza una hermeticidad de larga duración.



Absorción acústica

Con independencia del efecto calefactor y refrescante, los techos radiantes de Zehnder pueden aplicarse también para la absorción acústica: El aislamiento térmico absorbe las ondas sonoras que le llegan a través de las perforaciones de la chapa del techo radiante, reduciendo considerablemente el nivel de ruido o el tiempo de reverberación (p. ej. en pabellones deportivos y gimnasios). Para calcular la acústica, pueden solicitarse datos más detallados.

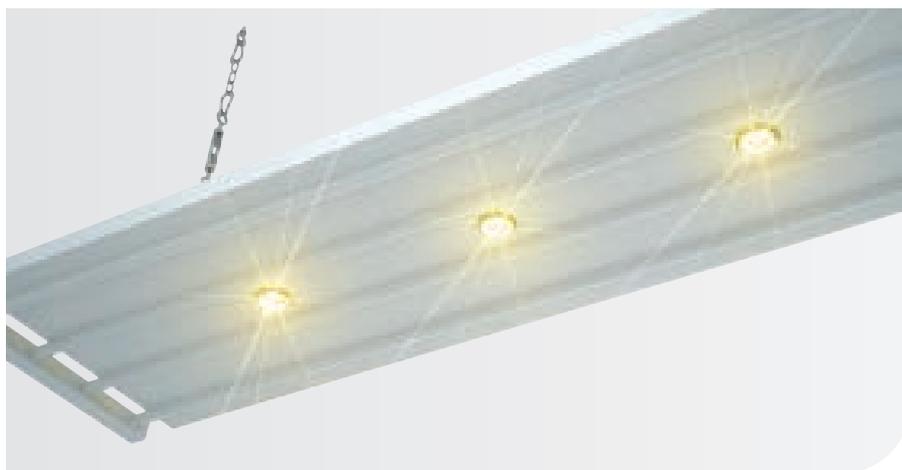


Soluciones especiales

Los techos radiantes de Zehnder ZBN se caracterizan por una aplicación extremadamente flexible: además de la variedad del programa estándar, existen numerosas soluciones especiales que se adaptan a cada estancia y a cada proyecto.

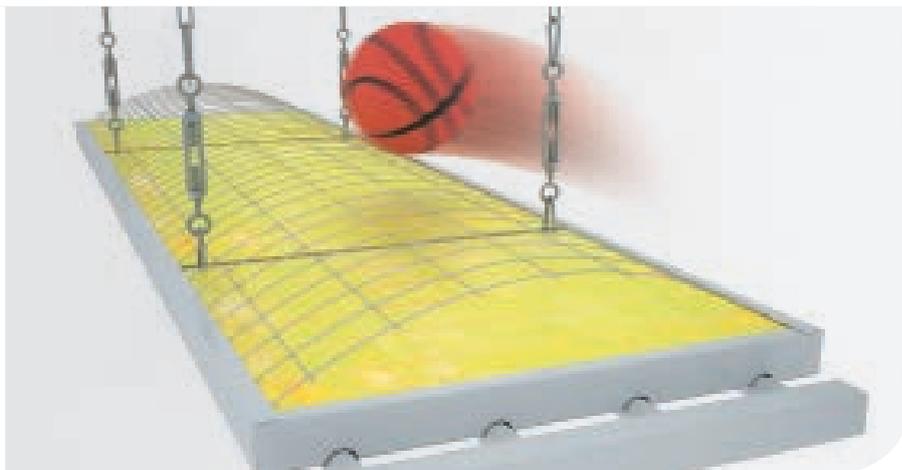
Montaje de lámparas, etc.

Para alojar distintos elementos, p. ej. lámparas, detectores de incendios, altavoces, etc., se pueden practicar cortes en el techo radiante.



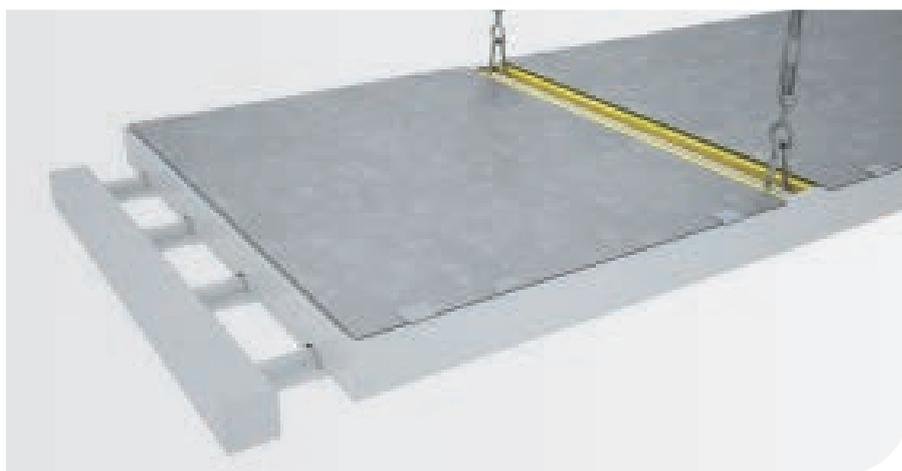
Malla protectora

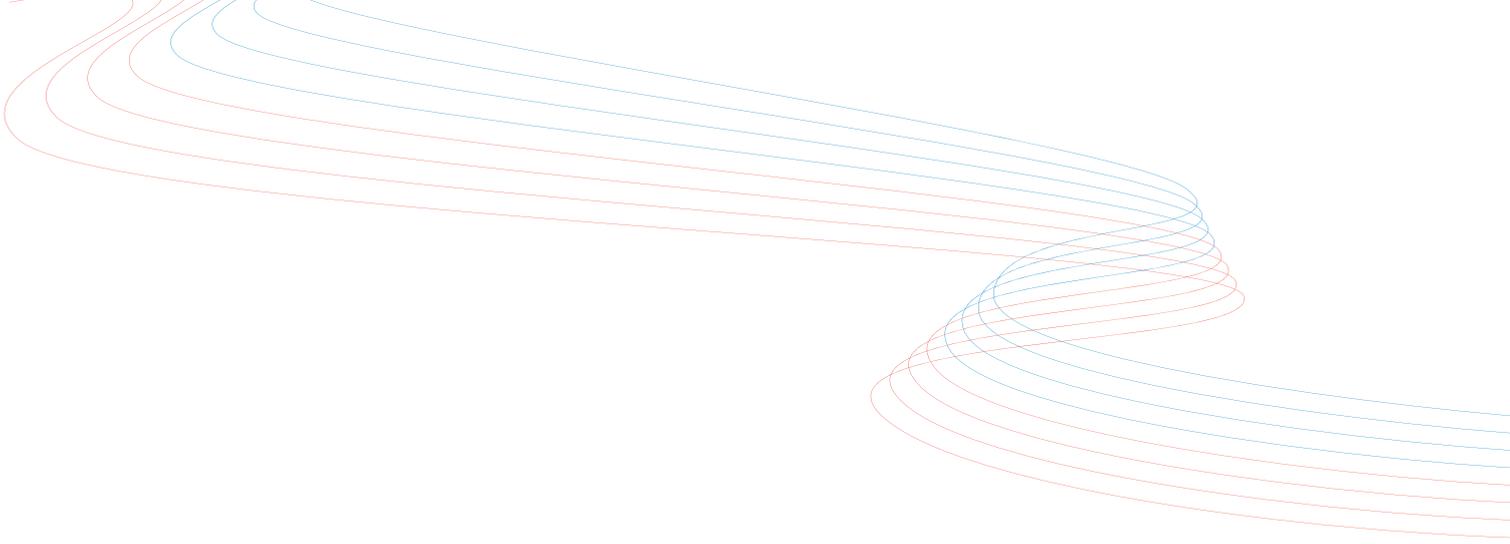
En los pabellones deportivos, esta malla protectora galvanizada evita que las pelotas queden atrapadas sobre el techo radiante.



Chapa antipolvo

En algunos ámbitos de aplicación y por motivos de higiene, se puede montar encima del techo una chapa antipolvo. Esto permite limpiar fácilmente esta parte del techo.





Tapa embellecedora

Los colectores se disimulan con una tapa embellecedora.



Chapa radiante modular

Esta variante permite que la luz penetre sin restricciones, p. ej., a través de tragaluces.



Ángulos

Para adaptarse a la arquitectura, o simplemente como elemento decorativo, los techos radiantes de Zehnder ZBN se pueden fabricar también en ángulo.



Datos técnicos

Leyenda

- t_L Temperatura del aire (°C)
 t_U Temperatura ambiente (°C)
= temperatura media calculada a partir de la temperatura (°C) de todas las superficies circundantes
 $t_i = t_E$ Temperatura interior (°C)
= sensación térmica (°C)
 t_{HVL} Temperatura de impulsión de calefacción (°C)
 t_{HRL} Temperatura de retorno de calefacción (°C)
 t_{KVL} Temperatura de impulsión de refrigeración (°C)
 t_{KRL} Temperatura de retorno de refrigeración (°C)
 $\Delta t_{\text{Über}}$ Variación de temperatura para calefacción (K)
 Δt_{Unter} Variación de temperatura para refrigeración (K)

Unidades físicas

- Grados Celsius (°C)
Kelvin (K)
Metro cúbico (m³)
Metro (m)
Milímetro (mm)
Pascal (Pa)
Kilogramo (kg)
Constante (K)
Exponente (n)



Pabellón de deportes sobre hielo de Küssnacht (CH)



Emisiones para calefacción y para refrescamiento

En las tablas siguientes se indican la potencia térmica y la capacidad de refrigeración del Zehnder ZBN en función de Δt . Los valores de la potencia térmica se miden de conformidad con la norma UNE

EN 14037; los resultados de la medición de la capacidad de refrescamiento se basan en la norma UNE EN 14240.

Aspectos que deben tenerse en cuenta: la retirada del aislamiento repercute positivamente en la capacidad de refrigeración (véase tabla). Sin embargo, esta capacidad adicional sólo se puede sumar a la estancia si el techo es abierto.

La retirada del aislamiento aumenta el rendimiento térmico, no obstante, provoca una concentración de calor bajo el techo.

$$\text{Emisión} = K \cdot \Delta t^n$$

Cálculo de la variación de temperatura para calefacción y para refrigeración:

$$t_i = t_E = \frac{(t_u + t_L)}{2}$$

$$\Delta t_{\text{Über}} = \frac{(t_{\text{HVL}} + t_{\text{HRL}})}{2} - t_i$$

$$\Delta t_{\text{Unter}} = t_i - \frac{(t_{\text{KVL}} + t_{\text{KRL}})}{2}$$

Potencia térmica para refrigeración sin aislamiento

	Zehnder ZBN 300/2	Zehnder ZBN 450/3	Zehnder ZBN 600/4	Zehnder ZBN 750/5	Zehnder ZBN 900/6	Zehnder ZBN 1050/7	Zehnder ZBN 1200/8
K_n	3,131 1,083	4,513 1,083	5,896 1,083	7,259 1,083	8,622 1,083	9,985 1,083	11,348 1,083
$\Delta t_{\text{Unter}} (K)$	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m
15	59	85	111	136	162	188	213
14	55	79	103	127	150	174	198
13	50	73	95	117	139	161	183
12	46	67	87	107	127	147	167
11	42	61	79	97	116	134	152
10	38	55	71	88	104	121	137
9	34	49	64	78	93	108	123
8	30	43	56	69	82	95	108
7	26	37	49	60	71	82	93
6	22	31	41	51	60	70	79
5	18	26	34	41	49	57	65

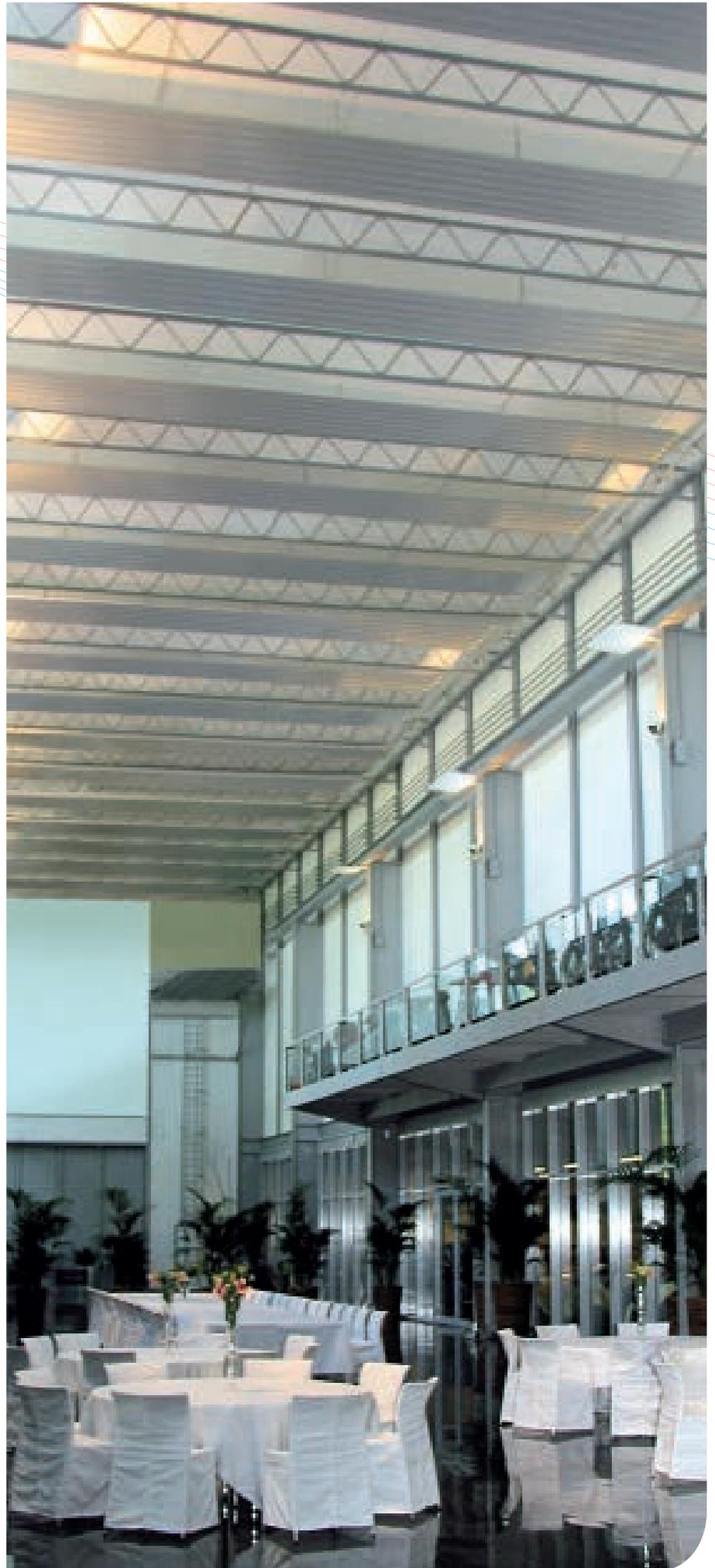
Capacidad de refrigeración con aislamiento

	Zehnder ZBN 300/2	Zehnder ZBN 450/3	Zehnder ZBN 600/4	Zehnder ZBN 750/5	Zehnder ZBN 900/6	Zehnder ZBN 1050/7	Zehnder ZBN 1200/8
K_n	2,683 1,083	3,695 1,083	4,707 1,083	6,056 1,083	7,405 1,083	8,753 1,083	10,102 1,083
$\Delta t_{\text{Unter}} (K)$	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m
15	50	69	88	114	139	164	190
14	47	64	82	106	129	153	176
13	43	59	76	97	119	141	162
12	40	54	69	89	109	129	149
11	36	50	63	81	99	117	136
10	32	45	57	73	90	106	122
9	29	40	51	65	80	95	109
8	26	35	45	58	70	83	96
7	22	30	39	50	61	72	83
6	19	26	33	42	52	61	70
5	15	21	27	35	42	50	58

Potencia térmica para calefacción con aislamiento

K	Zehnder ZBN 300/2		Zehnder ZBN 450/3		Zehnder ZBN 600/4		Zehnder ZBN 750/5		Zehnder ZBN 900/6		Zehnder ZBN 1050/7		Zehnder ZBN 1200/8	
	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores								
1,787	0,726	2,421	1,223	3,055	1,845	3,798	2,184	4,540	2,461	5,283	2,682	6,026	2,856	
n	1,176	1,199	1,177	1,167	1,177	1,134	1,177	1,154	1,177	1,174	1,177	1,194	1,176	1,213
$\Delta t_{\text{Über}}$ (K)	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores	W/m	W/par de colectores								
100	402	182	546	264	691	342	858	444	1025	548	1191	654	1358	763
98	392	177	533	257	675	334	838	433	1001	535	1163	639	1326	745
96	383	173	520	251	658	326	818	423	977	522	1136	623	1294	726
94	374	169	508	245	642	319	798	413	953	509	1108	608	1262	708
92	364	164	495	239	626	311	778	403	929	497	1080	592	1231	690
90	355	160	482	233	610	303	758	393	905	484	1053	577	1199	671
88	346	156	470	227	594	296	738	383	882	471	1025	562	1168	653
86	337	152	457	221	578	288	718	373	858	459	998	546	1137	635
84	327	147	445	215	563	281	699	363	835	446	970	531	1106	618
82	318	143	432	209	547	273	679	353	811	434	943	516	1075	600
80	309	139	420	203	531	266	660	343	788	421	916	501	1044	582
78	300	135	408	197	516	258	640	333	765	409	889	486	1014	564
76	291	131	395	191	500	251	621	323	742	397	863	471	983	547
74	282	127	383	185	485	243	602	313	719	385	836	457	953	530
72	273	123	371	180	469	236	583	304	696	372	810	442	923	512
70	264	119	359	174	454	228	564	294	674	360	783	427	892	495
68	255	114	347	168	439	221	545	284	651	348	757	413	863	478
66	247	110	335	162	424	213	526	275	629	336	731	398	833	461
64	238	106	323	157	409	206	507	265	606	324	705	384	803	444
62	229	102	311	151	394	199	489	256	584	312	679	370	774	427
60	220	98,5	299	145	379	192	470	246	562	301	653	356	744	411
58	212	94,6	288	140	364	184	452	237	540	289	628	341	715	394
56	203	90,7	276	134	349	177	434	227	518	277	602	327	686	378
55	199	88,7	270	131	342	174	425	223	507	271	590	320	672	369
54	195	86,8	264	128	334	170	415	218	496	266	577	314	658	361
52	186	83,0	253	123	320	163	397	209	475	254	552	300	629	345
50	178	79,2	242	117	305	156	379	199	453	243	527	286	601	329
48	170	75,4	230	112	291	149	362	190	432	231	502	272	573	313
46	161	71,6	219	107	277	142	344	181	411	220	478	259	545	297
44	153	67,9	208	101	263	135	326	172	390	209	453	246	517	282
42	145	64,2	197	95,8	249	128	309	163	369	198	429	232	489	266
40	137	60,6	186	90,5	235	121	292	154	349	187	405	219	462	251
38	129	57,0	175	85,2	221	114	275	145	328	176	382	206	435	236
36	121	53,4	164	80,0	208	107	258	136	308	165	358	193	408	221
34	113	49,8	153	74,9	194	101	241	128	288	154	335	181	382	206
32	105	46,4	143	69,7	181	93,9	224	119	268	144	312	168	355	191
30	97,5	42,9	132	64,7	167	87,3	208	111	249	133	289	155	329	177
28	89,9	39,5	122	59,7	154	80,7	192	102	229	123	266	143	304	163
26	82,4	36,1	112	54,7	141	74,2	176	93,8	210	113	244	131	278	149
24	75,0	32,8	102	49,9	129	67,8	160	85,5	191	103	222	119	253	135
22	67,7	29,6	91,9	45,0	116	61,4	144	77,3	173	92,6	201	107	229	122
20	60,5	26,4	82,2	40,3	104	55,1	129	69,3	154	82,8	179	95,8	204	108
18	53,5	23,2	72,6	35,6	91,8	48,9	114	61,3	136	73,2	158	84,5	181	95,3
16	46,6	20,2	63,2	31,1	79,9	42,8	99,3	53,5	119	63,7	138	73,4	157	82,6
14	39,8	17,2	54,0	26,6	68,3	36,8	84,8	45,9	101	54,5	118	62,6	134	70,2
12	33,2	14,3	45,1	22,2	56,9	30,9	70,7	38,4	84,5	45,5	98,3	52,1	112	58,2
10	26,8	11,5	36,4	18,0	45,9	25,1	57,1	31,1	68,2	36,7	79,3	41,9	90,5	46,7
8	20,6	8,8	28,0	13,8	35,3	19,5	43,9	24,1	52,5	28,3	61,0	32,1	69,6	35,6
6	14,7	6,2	19,9	9,9	25,2	14,1	31,3	17,3	37,4	20,2	43,5	22,8	49,6	25,1
4	9,1	3,8	12,4	6,2	15,6	8,9	19,4	10,8	23,2	12,5	27,0	14,0	30,8	15,4
22	67,7	29,6	91,9	45,1	116	61,4	144	77,3	173	92,6	201	107	229	122
20	60,5	26,4	82,2	40,3	104	55,1	129	69,3	154	82,8	179	95,8	204	108

Resumen de los datos técnicos



- 1)
- 2) Temperaturas de servicio superiores bajo pedido
- 3) Presiones de servicio superiores bajo pedido

	Zehnder ZBN		Unidad de medida	Banda						
	Tipo			300/2	450/3	600/4	750/5	900/6	1050/7	1200/8
Dimensiones	Anchos totales		mm	300	450	600	750	900	1050	1200
	Cantidad de tubos		Unidad	2	3	4	5	6	7	8
	Material de tubo/dimensión (Ø exterior x grosor de tubo)		-/mm	Tubo de acero de precisión /28 x 1,5						
	Material del techo		-	Acero						
	Distancia entre tubos		mm	150						
	Longitud mín. del elemento individual		mm	2000						
	Longitud máx. del elemento individual		mm	7500						
	Puntos de suspensión por barra		Unidad	2	2	2	2	2	2	2
	Distancia de los puntos de suspensión (A) ¹⁾		mm	200	350	500	650	800	950	1100
Parámetros	Temperatura de servicio máx. ²⁾		°C	120						
	Presión máxima de servicio ³⁾		bar	10						
Pesos	Peso en vacío, sin contenido de agua y con aislamiento	Techo radiante	kg/m	6,95	9,67	12,42	15,14	17,86	22,08	24,83
		Por colector	kg	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
	Peso en servicio, con contenido de agua y aislamiento	Techo radiante	kg/m	7,94	11,14	14,38	17,59	20,8	25,52	28,76
		Por colector	kg	1,5	2,2	3	3,7	4,5	5,2	6
	Peso del aislamiento		kg/m	0,3	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05	1,2
	Peso de la malla protectora		kg/m	0,29	0,42	0,55	0,68	0,81	0,94	1,67
Contenido de agua		kg/m	0,982	1,473	1,964	2,455	2,946	3,437	3,928	
Potencia térmica para calefacción	Rendimiento térmico de conformidad con la norma EN 14037 a $\Delta t = 55$ K, con aislamiento superior		W/m	199	270	342	425	507	590	672
	Constante del rendimiento térmico (K)		-	1,787	2,421	3,055	3,798	4,540	5,283	6,029
	Exponente del rendimiento térmico (n)		-	1,176	1,177	1,177	1,177	1,177	1,177	1,176
Potencia térmica para refrigeración	Capacidad de refrigeración basada en la norma EN 14240 a $\Delta t = 10$ K, con aislamiento superior		W/m	32	45	57	73	90	106	122
	Constante de la capacidad de refrigeración (K)		-	2,683	3,695	4,707	6,056	7,405	8,753	10,102
	Exponente de la capacidad de refrigeración (n)		-	1,083	1,083	1,083	1,083	1,083	1,083	1,083

Caudal mínimo

Para respetar la capacidad indicada en la tabla, en los tubos del techo se debe garantizar una corriente turbulenta. Este caudal mínimo de agua depende de la temperatura mínima del sistema. Durante la calefacción, corresponde a la temperatura de retorno. Durante la refrigeración, y en caso de refrigeración/calefacción combinadas, corresponde a la temperatura de impulsión del agua fría. Si no se alcanza el caudal mínimo de agua en cada tubo, la capacidad puede verse reducida aproximadamente en un 15%.

Temperaturas límite

A fin de garantizar un sistema de radiación que genere un ambiente agradable, debe seleccionarse la temperatura teórica adecuada. Se puede comprobar mediante la tabla siguiente y el diagrama. La temperatura teórica debe ser inferior a los dos límites de temperatura. En estancias y zonas de paso donde la gente no se detenga demasiado tiempo es posible establecer temperaturas límite superiores.

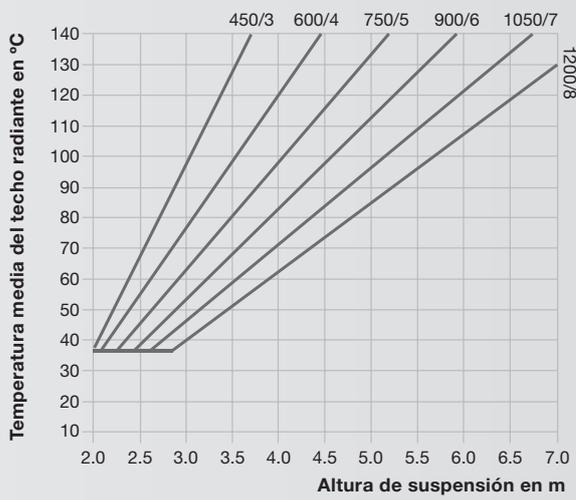
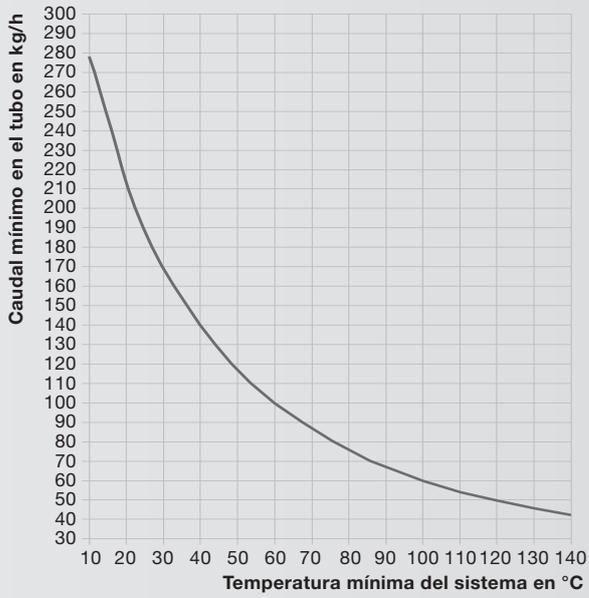
Estos valores son de referencia. Se puede realizar un cálculo detallado de conformidad con ISO 7730.

Altura	Parte de la superficie del techo que ocupa el techo radiante de Zehnder ZBN					
	al 10%	al 15%	al 20%	al 25%	al 30%	al 35%
m	Temperatura media del techo radiante en °C					
≤3	73	71	68	64	58	56
4	115	105	91	78	67	60
5	>147	123	100	83	71	64
6		132	104	87	75	69
7		137	108	91	80	74
8		>141	112	96	86	80
9			117	101	92	87
10			122	107	98	94

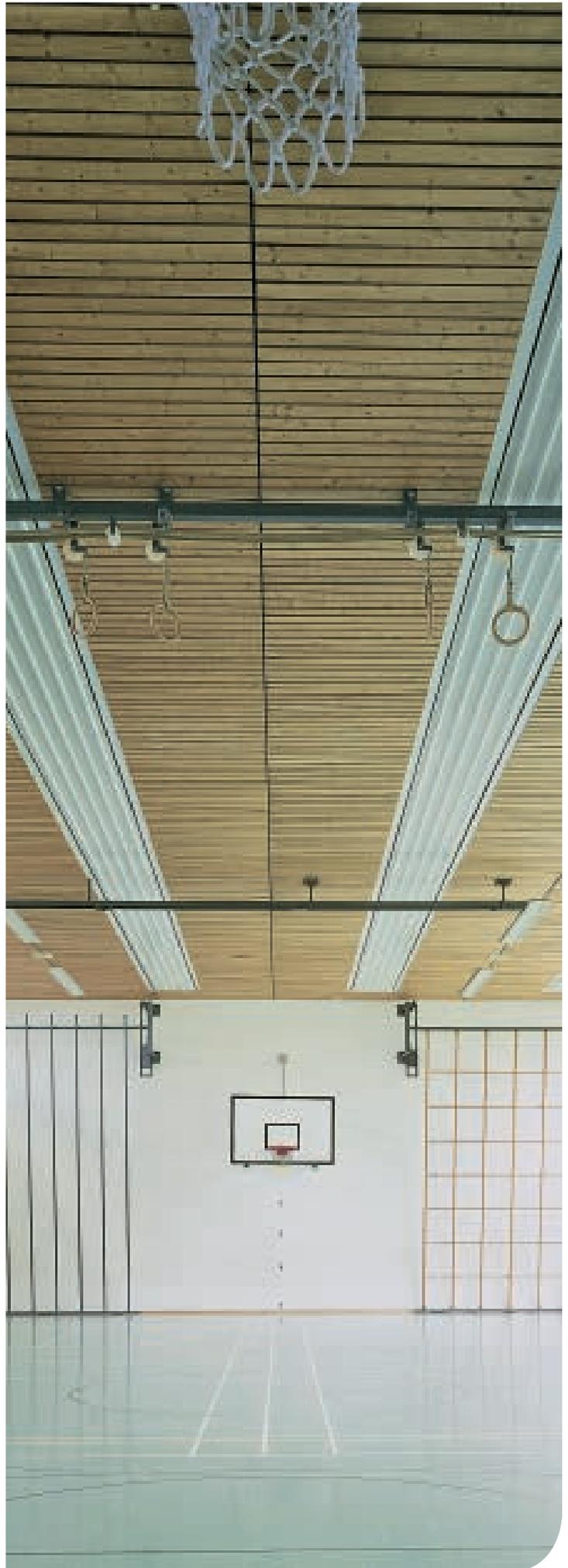
Paso 1: ocupación del techo. La temperatura teórica no debe superar los valores límite definidos.

Estabilidad frente a rebotes de pelota

Cuando se usan en pabellones deportivos, la estabilidad de los techos radiantes es especialmente importante, p. ej. por si reciben el impacto de balones. Por ello, se ha comprobado la estabilidad de los techos radiantes de Zehnder ZBN frente a los rebotes de pelotas de conformidad con la norma DIN 18032, parte 3. La comprobación fue realizada por el Instituto de Ensayo de Materiales de Stuttgart.



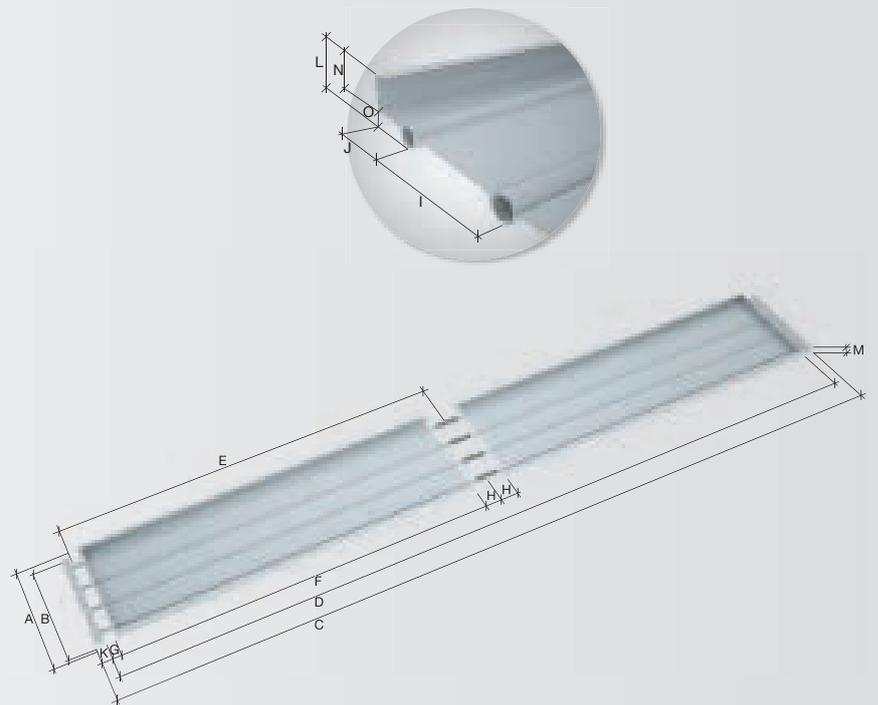
Paso 2: anchura del techo radiante. La temperatura teórica no debe superar los valores límite definidos.



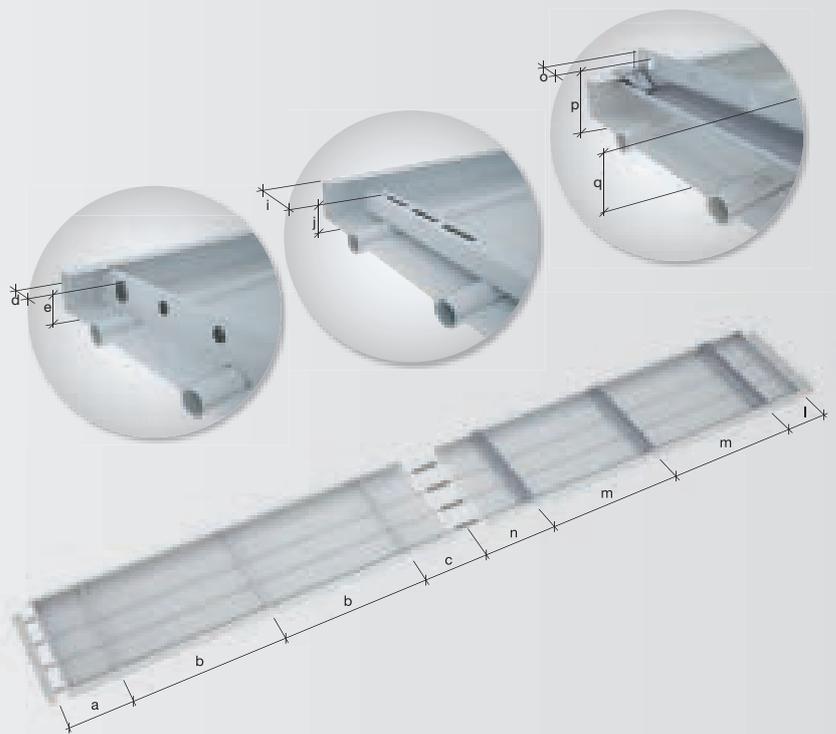
Pabellón polideportivo, Múnich (D)

Dimensiones

Dimensiones del módulo



Dimensiones de sujeción



Dimensiones del módulo

Pos.	Descripción	Medida en mm	Medida mín. en mm	Medida máx. en mm	Observación
A	Anchura total	Variable	300	1200	Anchura de malla 150 mm
B	Anchura del colector	Variable	250	1150	Anchura de malla 150 mm
C	Longitud total (sin conexiones)	Variable	2090	120 090	
D	Longitud del tubo	Variable	2000	120 000	
E	Longitud del elemento individual	Variable	2000	7500	
F	Longitud de la chapa radiante, elemento individual	Variable	1900	7400	
G	Saliente de tubo hacia el colector	Variable	50	2000	Estándar 50 mm
H	Saliente de tubo hacia la pieza de unión	Variable	100	2000	Estándar 100 mm
I	Distancia entre tubos	150	–	–	
J	Distancia entre tubo y reborde lateral	75	–	–	
K	Longitud del colector	45	–	–	
L	Altura total (sin suspensión)	69	–	–	
M	Altura del colector	45	–	–	
N	Altura del reborde lateral	50	–	–	
O	Altura de la moldura del tubo	19	–	–	

Dimensiones de sujeción

Pos.	Descripción	Medida en mm	Medida mín. en mm	Medida máx. en mm	Observación
Barras de suspensión fijas, modelos 300-900					
a	Colector – centro de la barra de suspensión (fija)	Variable	50	1000	Medida estándar 500 mm
b	Centro de la barra de susp. (fija) – centro de la barra de susp. (fija)	Variable	50	3250	Medida estándar 3250 mm
c	Centro de la barra de suspensión (fija) – punto de unión	Variable	100	3150	Medida estándar 800 mm
d	Borde exterior del módulo – centro del 1º punto de suspensión	50	–	–	
e	Borde inf. de la chapa radiante – borde sup. del pto de suspensión	39	–	–	
Barras de suspensión fijas, modelos 1050-1200					
a	Colector – centro de la barra de suspensión (fija)	Variable	50	1000	Medida estándar 500 mm
b	Centro de la barra de susp. (fija) – centro de la barra de susp. (fija)	Variable	50	3250	Medida estándar 3250 mm
c	Centro de la barra de suspensión (fija) – punto de unión	Variable	100	3150	Medida estándar 800 mm
i	Borde exterior del módulo – centro del 1º punto de suspensión	50	–	–	
j	Borde inf. de la chapa radiante – borde sup. del pto de suspensión	35	–	–	
Barras de suspensión móviles, modelos 300-1200					
l	Colector – centro de la barra de suspensión (móvil)	Variable	90	750	
m	Centro de la barra de susp. (móvil) – centro de la barra de susp. (móvil)	Variable	60	3000	
n	Centro de la barra de suspensión (móvil) – punto de unión	Variable	190	2810	
o	Borde exterior del módulo – centro del 1º punto de suspensión	50	–	–	
p	Borde inf. de la chapa radiante – borde sup. del pto de suspensión	74	–	–	A partir de una anchura de 1050; 77 mm
q	Borde inf. de la chapa radiante – borde sup. del eje de suspensión	82	–	–	A partir de una anchura de 1050; 94 mm

Opciones de conexión

Conexión asimétrica y simétrica

Si hay bandas suspendidas libremente, se puede establecer una conexión de agua asimétrica. Si se monta en un falso techo, se recomienda realizar una conexión simétrica para mantener la dilatación homogénea.

Conexión por el mismo lado o por lados opuestos

Por norma general, las particularidades arquitectónicas condicionan el tipo de conexión.

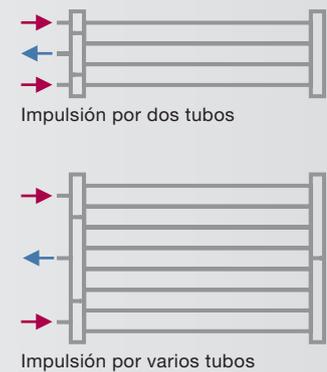
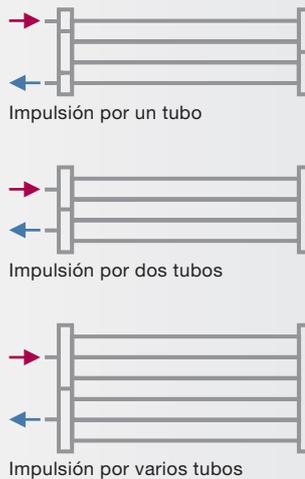
Número variable de tubos en paralelo

La cantidad de tubos se calcula a partir del caudal mínimo de agua necesario para la banda.

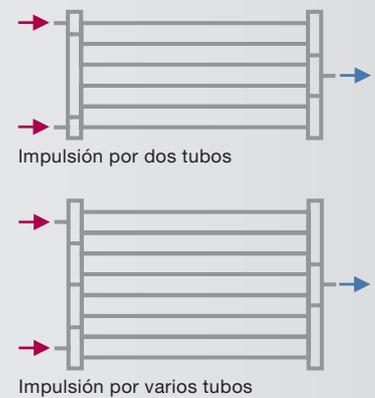
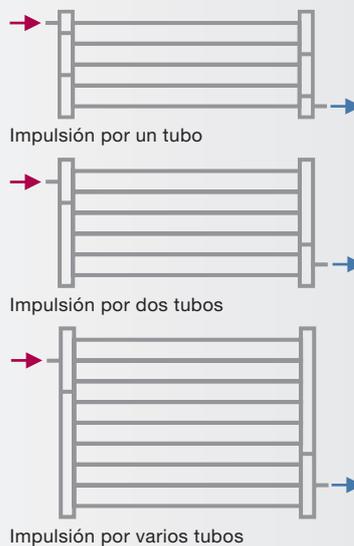
Conexión asimétrica

Conexión simétrica

Conexión por el mismo lado



Conexión por lados opuestos





Paellón deportivo Geschwister Scholl Sporthalle, Offenburg (D)

Ejemplo de dimensionado

Principios del dimensionado

La carga térmica de la estancia se calcula según la normativa local vigente en cada caso. Si la pérdida de calor por transmisión del tejado es de más del 30% de la carga térmica total, indica un incremento de la pérdida de calor en la zona del techo. Si no se plantea un mejor aislamiento del tejado, se puede retirar el aislamiento térmico superior del techo radiante. De este modo puede compensarse el aumento de la pérdida de calor por transmisión. Si la renovación de aire en la estancia supera las magnitudes habituales por infiltración (máx. 1/h), especialmente en caso de instalaciones de aspiración, se debe precalentar el aire de alimentación. La incidencia del aire frío en puertas o en áreas de carga no se puede evitar exclusivamente mediante climatización radiante. En estos casos se deben emplear dispositivos auxiliares, p. ej. cortinas de tiras, cortinas de aire, etc.

Ejemplo de dimensionado y disposición

En el siguiente ejemplo se muestra cómo se efectúa el dimensionado de una nave.

Dimensionado de techos radiantes

Temperatura de impulsión: 80° C
Temperatura de retorno: 70° C

Objetivo

Temperatura interior homogénea (20° C) en toda la superficie.

Especificaciones

Nave independiente:
Longitud 100 m, anchura 30 m, altura 8 m
Renovación de aire: 0,3 1/h
Temperatura exterior: -12° C

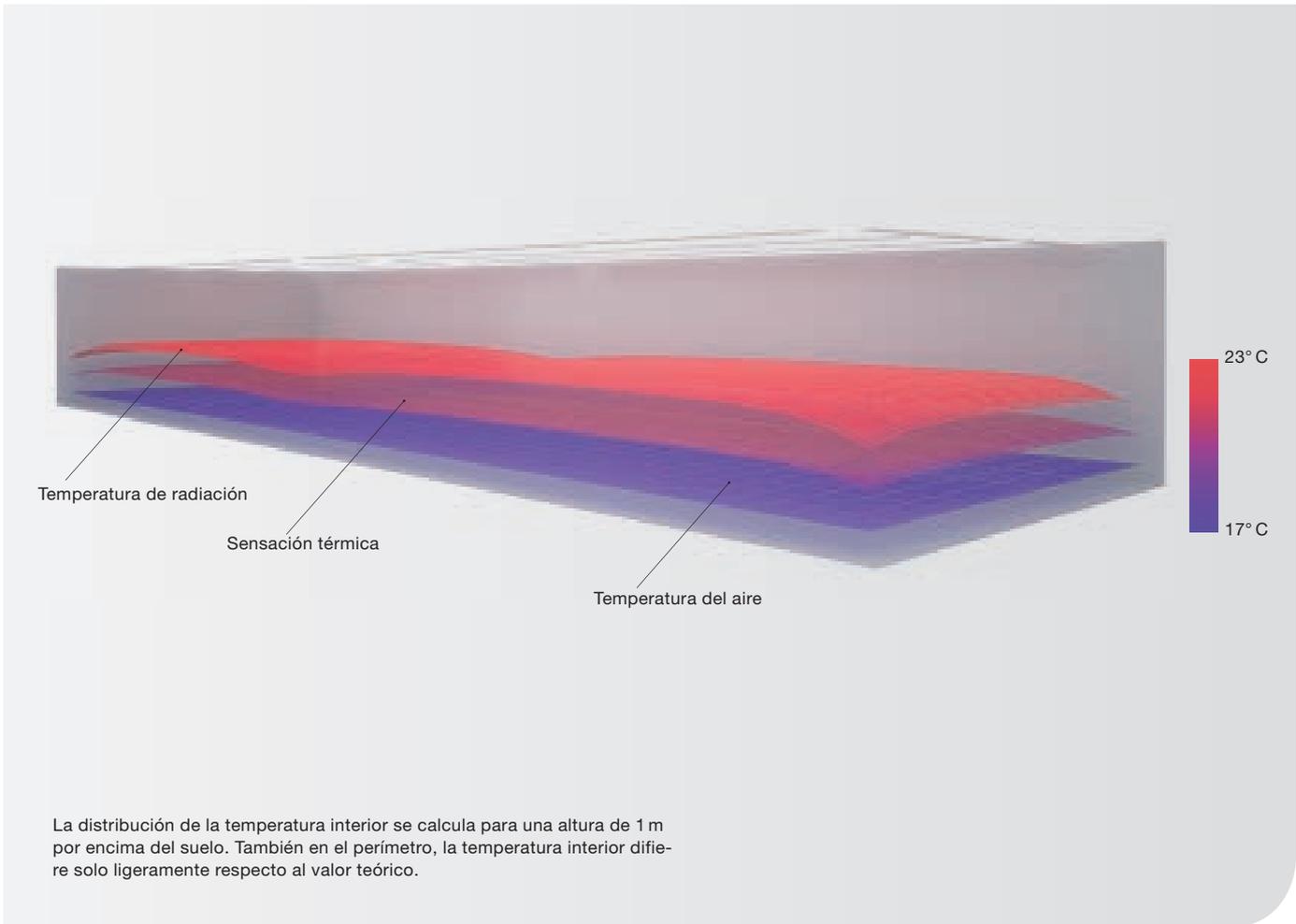
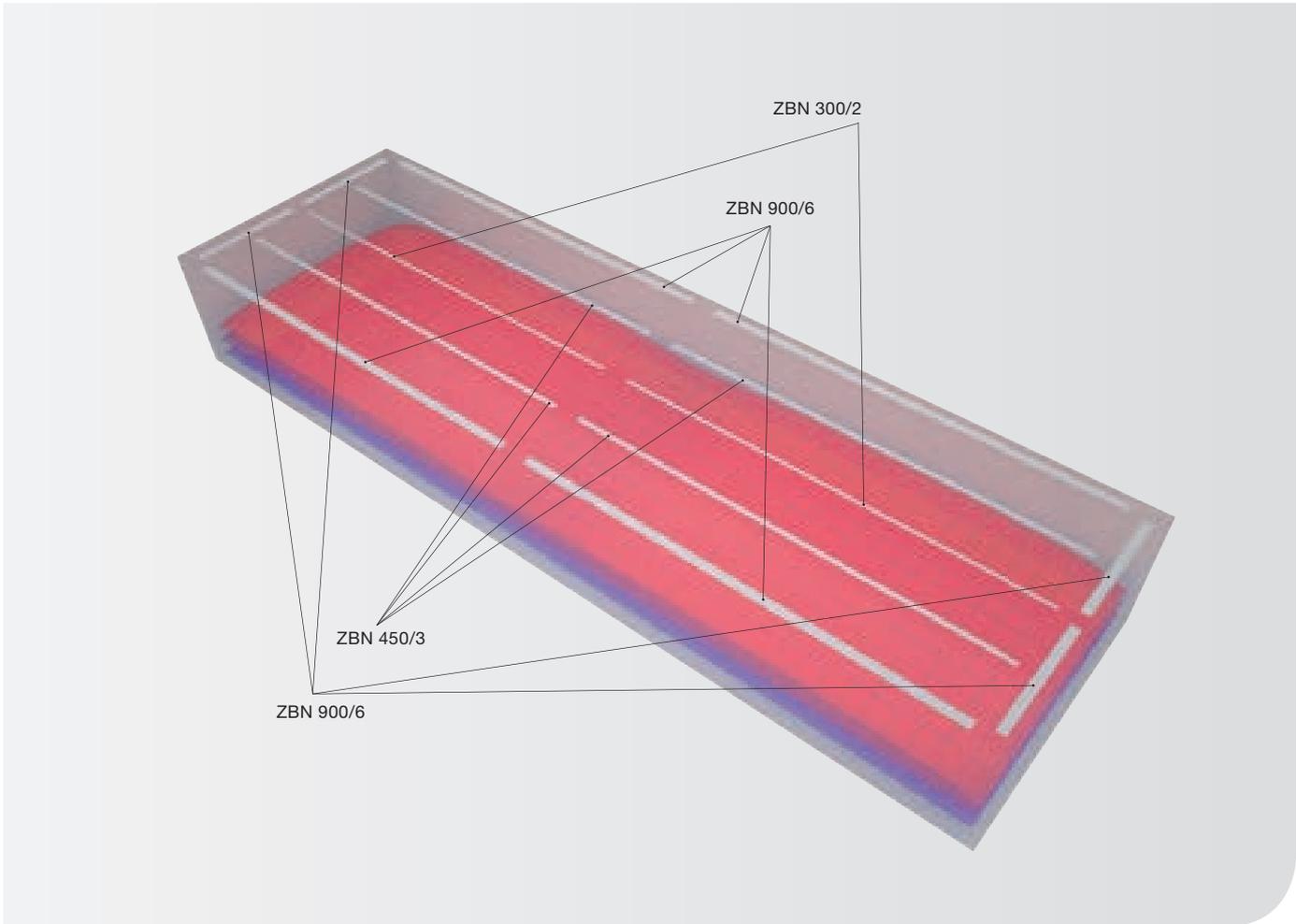
Carga térmica

Pérdida normalizada de calor por transmisión: 108500 W
Pérdida normalizada de calor por ventilación: 77260 W
Pérdidas de calor normalizadas: 185760 W

Tipo	Longitud m	ΔT K	Rendimiento térmico		Cantidad	Rendimiento térmico total
			W/m	W/par de colectores		W
ZBN 900/6	12,5	55	507	271	4	26434
ZBN 900/6	45	55	507	271	4	92344
ZBN 450/3	45	55	270	131	4	49124
ZBN 300/2	45	55	199	88,7	2	18087
						185989

Disposición

- Cinco bandas de techos radiantes dispuestas en sentido longitudinal, divididas en el centro, con una distancia homogénea respecto al centro de 7,2 m, las bandas exteriores son de mayor dimensión que las interiores.
- Perpendicularmente en ambos extremos se coloca una banda discontinua. La distancia de las bandas con respecto a las paredes exteriores es de 1,5 m.



Cálculo de la pérdida de carga

La pérdida de carga total se compone a partir de la pérdida del par de colectores y de los tubos.

Determinación de la pérdida de carga:



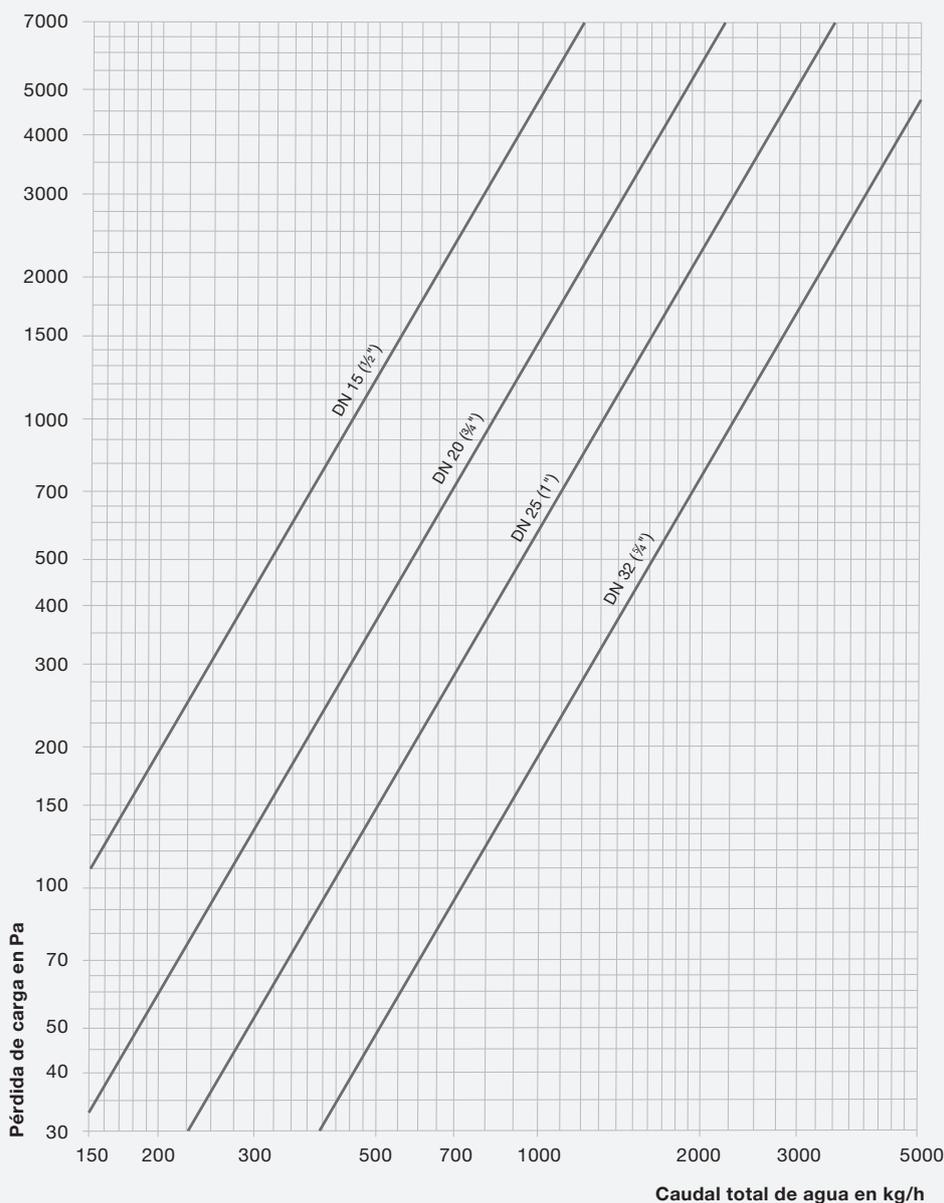
P. ej. ZBN900/6; 20 m; conexión de 1"

1. Indicar el caudal total del techo radiante. P. ej. $\dot{m} = 600 \text{ kg/h}$.
2. Leer la pérdida de carga del par de colectores en el diagrama. P. ej. $\Delta p_{\text{Par de colectores}} = 210 \text{ Pa}$ /par de colectores, con 600 kg/h y conexión de tubo de 1".

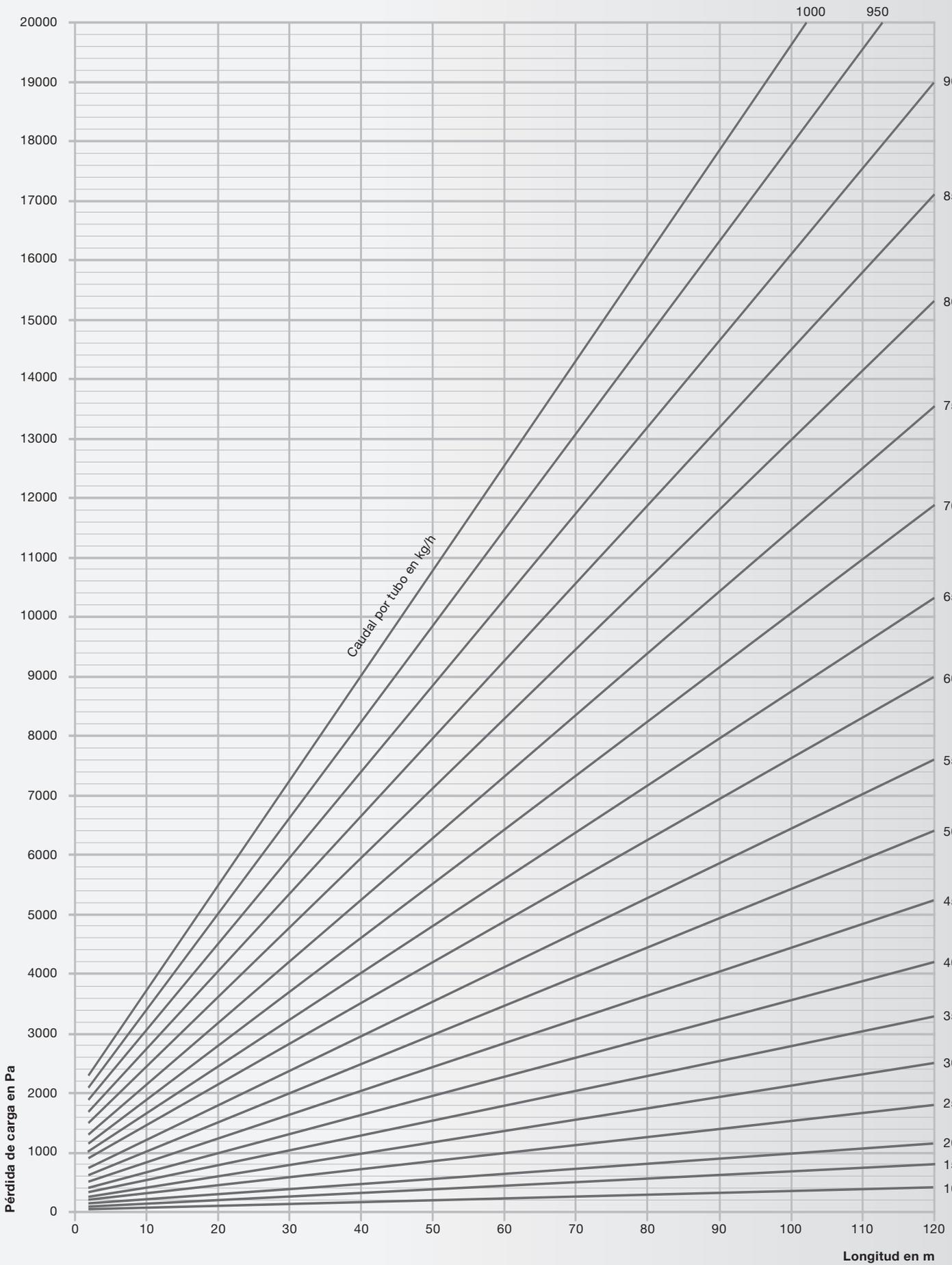
3. Consultar la pérdida de carga del tubo en el diagrama. El caudal se calcula dividiendo el caudal total entre la cantidad de tubos paralelos con flujo. P. ej. $600 \text{ kg/h} : 3 \text{ filas de tubos} = 200 \text{ kg/h}$
 $\Delta p_{\text{Tubo}} = 300 \text{ Pa} \cdot 2$ (para recorrido de avance y retorno) = 600 Pa .

4. Para calcular la pérdida de carga total del techo radiante simplemente sumar las pérdidas de carga individuales calculadas anteriormente. P. ej. $210 \text{ Pa} + 600 \text{ Pa} = 810 \text{ Pa}$.

Pérdida de carga del par de colectores incl. conexiones



Pérdida de carga en el tubo



Equilibrado

Equilibrado hidráulico de los techos radiantes

En cada sistema de calefacción o refrigeración bifurcado, la distribución correcta del caudal de agua caliente es importante para lograr un funcionamiento eficiente.

(Además, todas las bandas del techo radiante se deberían poder llenar, cerrar y vaciar por separado.)

En el caso de las instalaciones con techos radiantes idénticos y, por lo tanto, con caudales idénticos, la disposición de tuberías según el sistema Tichelmann, o retorno invertido, (**Fig. 1**) es una solución sin riesgos hidráulicos. Además, precisamente en la calefacción de naves, la tercera tubería provoca considerables costes y, en muchos casos, no es aplicable debido a los distintos tamaños de placas.

En las instalaciones en las que cada placa del techo tiene una capacidad distinta, se debe compensar hidráulicamente esta diferencia mediante el dimensionado de la red de tubos y el ajuste de la pérdida de carga. Esto comporta una inversión considerable de tiempo y costes.

El ajuste hidráulico resulta mucho más sencillo con la regulación de caudal mixta de Zehnder (VSRK) (**Fig. 2**).

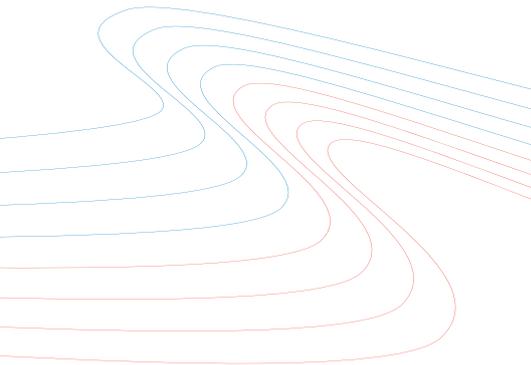


Fig. 1: Disposición de tuberías para retorno invertido: sistema Tichelmann



Fig. 2: Disposición de tuberías más sencilla, con regulación de caudal mixta de Zehnder (VSRK)

La regulación de caudal mixta de Zehnder (VSRK)

El sistema VSRK es un set completo compuesto por un regulador de caudal, llaves esféricas de cierre y llaves esféricas de llenado y vaciado. Si se desea, se pueden equipar los colectores de los techos radiantes con conexiones adecuadas para poder montar directamente el sistema VSRK.

El regulador (**Fig. 3**) se ajusta de fábrica al caudal de la banda. De este modo no es necesario realizar laboriosos ajustes in situ.

Otras ventajas del sistema VSRK: si la presión diferencial es mayor y el caudal de la placa es constante, el ajuste hidráulico se puede realizar también con techos radiantes de varios tamaños.

Regulador de caudal DN25	
Caudal de agua caliente (kg/h)	Pérdida de carga total (kPa)
150	20,1
180	21,3
210	22,5
240	23,6
270	24,7
300	25,7
330	26,7
360	27,7
390	28,6
420	29,5
450	30,4
480	31,2
510	32,0
540	32,7
570	33,4
600	34,1
630	34,8
660	35,4
690	36,0
720	36,6
750	37,2
780	37,7
810	38,3
840	38,8
870	39,3
900	39,7
930	40,2
960	40,6
990	41,1
1020	41,5
1050	41,9

Regulador de caudal DN32	
Caudal de agua caliente (kg/h)	Pérdida de carga total (kPa)
600	15,0
700	15,3
800	15,7
900	16,0
1000	16,3
1100	16,7
1200	17,0
1300	17,3
1400	17,7
1500	18,0
1600	18,3
1700	18,7
1800	19,0
1900	19,3
2000	19,7
2100	20,0
2200	20,3
2300	20,7
2400	21,0
2500	21,3
2600	21,7
2700	22,0
2800	22,3
2900	22,7
3000	23,0
3100	23,3
3200	23,7
3300	24,0
3400	24,3
3500	24,7
3600	25,0



Fig. 3: Regulación de caudal mixta de Zehnder. Las medidas dependen de las toberas soldadas elegidas.

Zehnder – todo lo que necesita para lograr un ambiente interior agradable, sano y de alta eficiencia energética

Calefacción, refrigeración, aire fresco y limpio: en Zehnder encontrará todo lo que necesita para lograr un ambiente interior agradable, sano y de alta eficiencia energética. Gracias a su amplia gama claramente estructurada, Zehnder proporciona los productos apropiados para cada edificio, bien del sector privado, público o industrial, bien para obras nuevas o proyectos de reforma. Incluso en cuestiones de asistencia, Zehnder estará “always around you”.

Calefacción

Zehnder no solo proporciona radiadores de diseño para sistemas de calefacción. Es más, encontrará muchas y variadas soluciones para la calefacción, desde techos radiantes hasta bombas de calor con ventilador integrado.

- Radiadores de diseño
- Central energética compacta con bomba de calor integrada
- Sistemas de calefacción y refrigeración por techo radiante
- Ventilación confortable de espacios con recuperación de calor



Radiadores de diseño de Zehnder

Refrigeración

Para la refrigeración de espacios, Zehnder proporciona también soluciones muy bien concebidas. Desde sistemas de refrigeración por techo radiante hasta la ventilación confortable de espacios con alimentación de aire previamente refrigerado.

- Sistemas de calefacción y refrigeración por techo radiante
- Central energética compacta con bomba de calor para geotermia
- Ventilación confortable de espacios con colectores de tierra para el preenfriamiento del aire fresco



Sistemas de calefacción y refrigeración por techo radiante de Zehnder

Aire fresco

Aire fresco – la producción de aire fresco es un sector en el cual Zehnder cuenta con una larga tradición. El sistema Zehnder Comfosystems proporciona una ventilación confortable de espacios con recuperación de calor para viviendas unifamiliares y multifamiliares, así como para obras nuevas o proyectos de reforma.

- Ventilación confortable de espacios
- Central energética compacta con ventilación integrada



Comfosystems de Zehnder

Aire limpio

El producto Zehnder Clean Air Solutions permite la producción de **aire limpio** para edificios con una particular concentración de polvo. En las viviendas, el producto Zehnder Comfosystems para una ventilación confortable de espacios permite filtrar las sustancias nocivas del aire.

- Ventilación confortable de espacios con filtro de aire fresco integrado
- Central energética compacta con filtro de aire fresco integrado
- Sistemas de purificación del aire



Clean Air Solutions de Zehnder

zehnder

always around you



