

Paneles radiantes de techo
Manual técnico



Indice

Simbología utilizada.....	3
Introducción.....	5
Ventajas del sistema.....	6
Normativa técnica de producto – EN 14037.....	8
Potencia en forma de radiación.....	8
Observaciones sobre el ahorro energético.....	10
Bienestar térmico.....	10
Locales con alturas elevadas.....	11
Principales argumentos técnicos.....	11
Materiales utilizados en la construcción del panel zehnder zip	11
Montaje.....	12
Dimensiones.....	13
Datos técnicos.....	15
Emisiones para calefacción.....	16
Emisiones para refrescar.....	18
Caudal.....	20
Perdida de carga.....	20
Temperaturas máximas admisibles.....	21
Calculo de las perdidas en el local.....	21
Disposición del panel radiante en la cubierta.....	21
Conexiones hidráulicas y equilibrado.....	22
Regulación.....	23
Kit de montaje.....	24
Versiones especiales.....	26
Versión para ambientes especialmente húmedos.....	26
Forma de entrega.....	27
Texto para memoria.....	28

Simbología utilizada

Símbolo	Descripción	Unidad
e	Entrada, ida	
s	Salida, retorno	
T_a	Temperatura del aire	°C
T_{mr}	Temperatura media radiante	°C
T_o	Temperatura operativa = $((T_{mr} + T_a) : 2)$; Temperatura percibida	°C
T_e	Temperatura de entrada	°C
T_s	Temperatura de salida, o retorno	°C
T_m	Temperatura media del fluido = $((T_e + T_s) : 2)$	°C
ΔT	= $((T_e - T_s) : 2) - T_o$	K
Q	Potencia térmica	W
m	Caudal	kg/h
A, B, H	Medidas del local	m
n	Exponente característico del radiador	

Introducción

El sol aporta calor y luz a la tierra. Sus rayos alcanzan la tierra cediendo calor cuando entran en contacto con una superficie, un objeto o un cuerpo humano. Durante este fenómeno de transmisión de energía, el aire no se calienta directamente. La percepción de la temperatura de bienestar para el hombre viene determinada básicamente por la temperatura de las superficies circundantes y la temperatura del aire.

Los paneles radiante **zehnder zip** se inspiran en este principio natural gracias al cual la temperatura percibida es aproximadamente de 3° C superior a la temperatura del aire. El resultado es un máximo bienestar con una mínima temperatura del aire en el ambiente.

Otro aspecto remarcable de los paneles radiante zehnder zip es la reducción de costes. No utilizan energía eléctrica. A diferencia de otros sistemas tradicionales su mantenimiento es superfluo y su durabilidad es prácticamente ilimitada.

Todo esto hace del panel un producto económico por excelencia que aporta un ambiente confortable en cuanto no se crea una circulación de aire y no levantamos polvo, evitando alergias y resfriados.



Ventajas del sistema

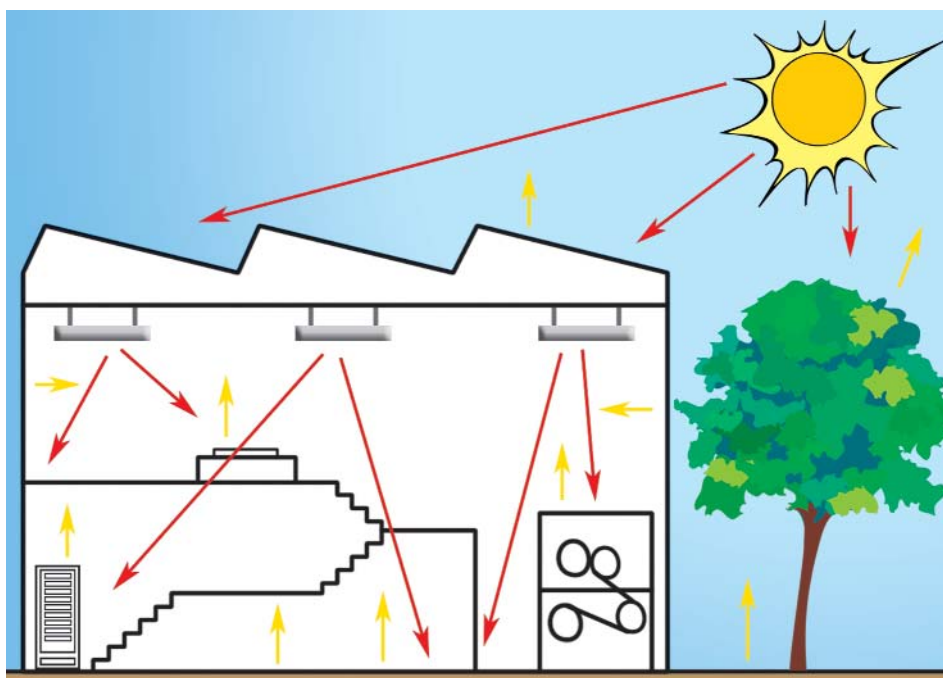
El panel de techo radiante Zehnder esta siendo empleado desde hace más de 50 años para calefactar locales de grandes y medianas dimensiones, con alturas desde 2,80 hasta 30 metros. El campo de utilización se extiende hasta la más variadas aplicaciones:

- hangares
- naves industriales
- pabellones de exposiciones
- astilleros
- talleres mecánicos
- industria electrónica
- talleres de carpintería
- industrias de fabricación de cuero y piel
- industria química
- industria textil
- locales con elevado riesgo de incendio y explosión
- grandes almacenes
- locales de exposición y venta
- gimnasios
- colegios
- iglesias, teatros, salas de concierto
-

El panel de techo radiante Zehnder ocupa un espacio difícilmente aprovechable, donde fijamos los paneles con unos accesorios exclusivos de fácil montaje y económicos.

A la baja inversión inicial, se añade un extraordinario ahorro energético en su utilización, permitiendo la realización de un sistema de calentamiento y de refresco racional, higiénico y capaz de satisfacer cada exigencia de confort y de ahorro energético.

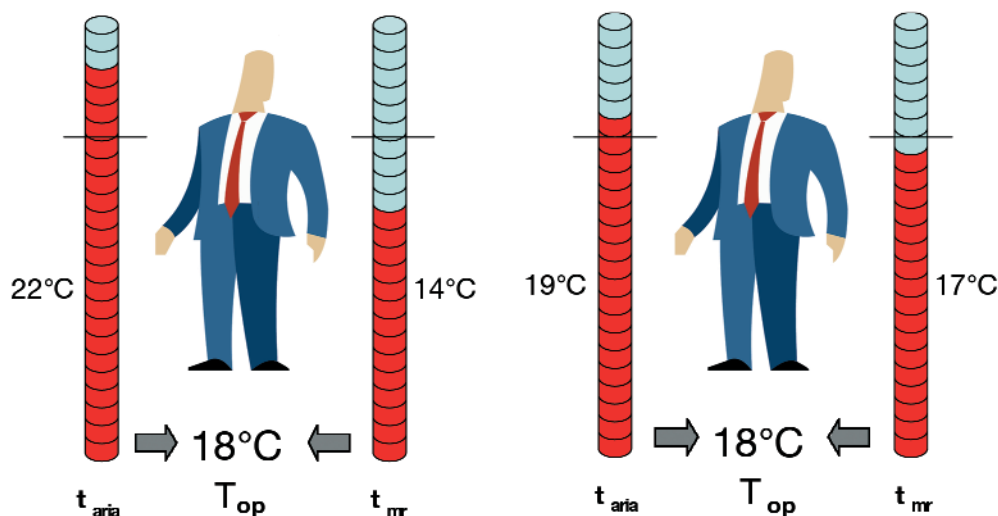
El principio de funcionamiento del sistema es la transmisión del calor por radiación: durante la estación invernal, el panel de techo radiante Zehnder, encontrándose a temperatura mayor de los objetos circundantes, emiten una radiación térmica que se transforma en calor al contacto con un cuerpo (persona, superficie, pavimento, maquinaria, ...). Y a su vez, todo los cuerpos cubiertos por esta radiación, transmiten a su alrededor una fuente de calor, cediendo calor nuevamente por radiación o convección.



RADIACIÓN DIRECTA E INDIRECTA

Esto permite obtener una distribución del calor particularmente homogénea, con un gradiente vertical de temperatura muy estable.

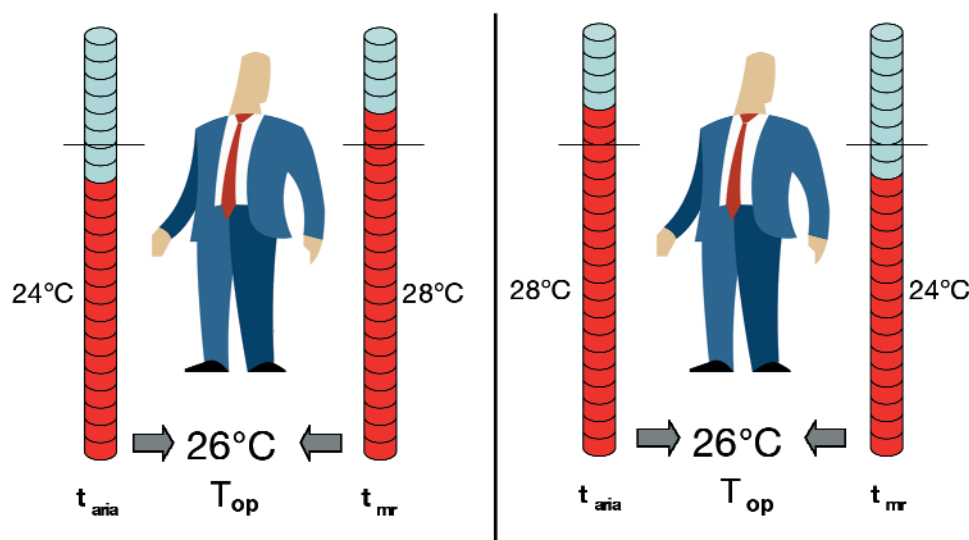
Durante el funcionamiento invernal, aumentando la temperatura media radiante de la superficie del local, es posible conferir un elevado confort en el ambiente, para una temperatura del aire no muy elevada: la menor temperatura del aire se traduce en una disminución de las pérdidas por la envolvente del local. La misma instalación térmica puede ser dimensionado con valores de potencia instalada mucho menores respecto a sistemas por impulsión por aire como aeroconvectores.



MISMO NIVEL DE CONFORT CON DIFERENTE TEMPERATURA DEL AIRE – FUNCIONAMIENTO INVERNAL

De manera análoga, pero en sentido opuesto, durante la estación estival, mediante la utilización del panel radiante Zehnder en refrescamiento, el cuerpo humano tiende a ceder cerca del 50% de la propia energía térmica por radiación, y de nuevo, respecto a sistemas tradicionales es posible obtener una temperatura media radiante más baja y conferir por tanto un elevado nivel de confort con bajo consumo específico. El sistema de refrescamiento estático, no provoca movimiento del aire con indudable ventajas en términos de confort ambiental, ahorro energético, salubridad e higiene del ambiente.

De esta manera en los locales se evitan completamente los problemas característicos de las instalaciones con elevada circulación de aire, como son la presencia de corriente de aire con temperaturas sensiblemente diferentes del ambiente circundante, movimiento de polvo, esporas, mohos, bacteria además de los molestos ruidos provocados por los ventiladores de las máquinas climatizadoras.



MISMO NIVEL DE CONFORT CON DIFERENTE TEMPERATURA DEL AIRE – FUNCIONAMIENTO ESTIVAL

Zehnder ofrece de esta forma un sistema de calefacción o refrescamiento estático, sin tener que recurrir a complejas instalaciones incorporadas en la estructura.

En el funcionamiento invernal, el bajo exponente característico de los paneles radiantes Zehnder, los hace particularmente eficaces trabajando a bajas temperaturas, en combinación con los más efectivos generadores de calor por condensación, bomba de calor o fuentes de calor alternativo.

En funcionamiento estival, la colocación en el techo permite alcanzar un ΔT muy superior respecto a un sistema de colocación en el suelo, aprovechando la mayor temperatura del aire que está en contacto con el panel.

Normativa técnica de producto – EN 14037

Para paneles de techo radiante, con la normativa EN 14037, ha sido creado un standard europeo con el cual se garantiza la calidad y la determinación de la potencia térmica. La normativa está compuesta de tres partes:

- EN 14037-1 contiene los requisitos técnicos constructivos relativos al panel radiante y los procedimientos para conformidad y marcado;
- EN 14037-2 contiene el método de prueba para la determinación de la potencia térmica;
- EN 14037-3 contiene el método de medición de la temperatura de superficie y del cálculo de la parte de potencia térmica emitida por radiación.

Los requisitos que aparecen en la EN 14037, parte 1, relativos a la ejecución técnica, constituyen un importante componente de la garantía sobre la calidad. Estos requisitos concernientes a la construcción contienen especificaciones sobre la resistencia a la presión, sobre el acabado de la superficie, sobre la estabilidad de los paneles y de los soportes así como sobre las tolerancias de las dimensiones a respetar.

El examen de las prestaciones del panel se realiza en una sala de prueba cerrada con sus seis paredes enfriadas. Los paneles de techo radiante son probados con un aislante térmico prefijado (espesor 4 cm, resistencia térmica igual a 0,04 W/m K). La convección natural en la cabina de pruebas no se debe modificar mediante agentes internos o externos. Las paredes de la sala de pruebas no deben presentar prácticamente ninguna diferencia de temperatura unas de otras. Durante el examen del funcionamiento de los paneles radiantes, el caudal de agua en el interior del tubo debe de ser de régimen turbulento. Y la temperatura de referencia del local es medida con dos termómetros; uno capaz de medir la radiación térmica y el otro protegido contra la radiación para poder obtener únicamente la temperatura del aire. La temperatura medida con el termómetro de globo corresponde a la temperatura percibida por el ser humano.

Para instalaciones de calefacción por radiación, la valoración de la temperatura de radiación puede ser importante no solo durante la medida de las emisiones en la cámara de prueba, sino también para el control de la temperatura en locales calefactados en situaciones reales. Sin embargo en la realidad normalmente la regulación de una instalación con panel radiantes de techo viene realizada mediante centralitas de regulación para determinar la correcta temperatura de entrada de agua a caudal constante, en base a los registros obtenidos de la temperatura del aire externo e interno mediante una sonda.

Las emisiones de paneles radiantes de techo **zehnder zip** medidas durante las pruebas efectuadas conforme a la norma EN 14037-2, están indicadas en las páginas 16 y 17. Para el refresco la norma base de referencia es la DIN 4715.

Potencia en forma de radiación

Una fuente de calor radiante puntual irradia su energía térmica en todas direcciones. Los paneles radiantes irradian su energía térmica hacia la parte inferior del panel, se crea de esta manera una distribución en forma de “cono”.

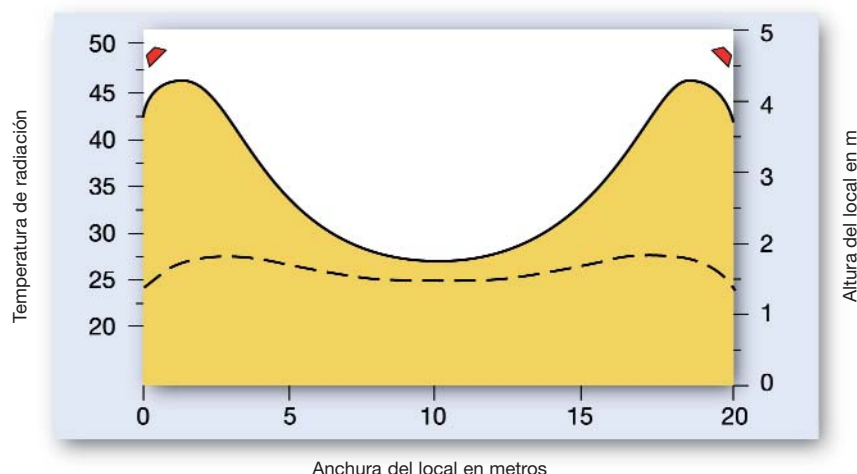
Mediante la disposición de los paneles en el techo, conseguimos una distribución uniforme de la radiación en todo el local. La cantidad de energía irradiada desde la superficie de un cuerpo en todas las direcciones es sobre todas la longitudes de onda por unidad de superficie y de tiempo y proporcional a su temperatura absoluta elevada a la cuarta potencia:

$$Q \sim (t + 273)^4$$

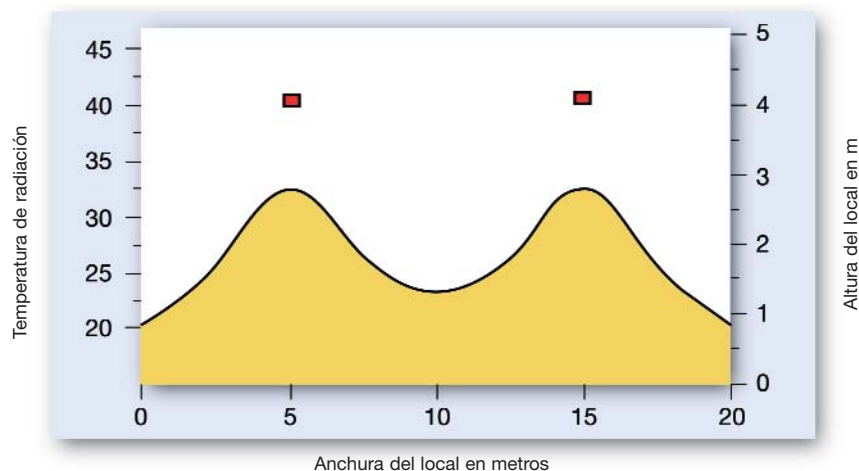
De la formula se puede deducir que la temperatura superficial del panel puede influenciar la distribución térmica del local considerado. Una instalación de paneles radiantes de techo es un sistema de calefacción por agua caliente que necesita temperaturas habituales de caldera para un sistema de calefacción tradicional. Hoy día estas instalaciones vienen implementadas de manera habitual como instalaciones a baja temperatura y esto conduce a una distribución más homogénea del calor irradiado.

Para otros sistemas de calefacción por radiación donde se utiliza una temperatura de radiación mucho más elevada (paneles según DIN 3372 capítulo 1 para temperaturas por encima de 500 °C, tubo radiante según DIN 3372 capítulo 2 para temperaturas inferiores a 500 °C), se pueden encontrar zonas con altos gradientes térmicos respecto a la distribución térmica del local.

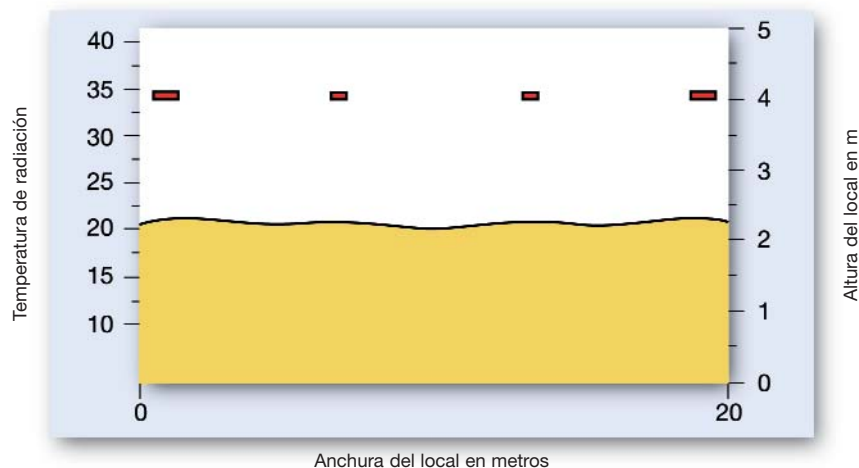
De la figura siguiente se puede deducir la distribución de la temperatura de radiación a un metro de altura emitidas por dos quemadores radiantes a llama directa, (según DIN 3372 capítulo 1), situados en la paredes laterales a una altura de 4,5 m. Podemos observar que en las zonas de mayor influencia de los quemadores la temperaturas alcanzadas son muy elevadas obteniendo diferencias de temperatura importante lejanas a la temperatura de confort deseada.



De la figura siguiente, podemos ver la distribución de la temperatura de radiación de dos tubos radiantes a gas, conforme a DIN 3372 capítulo 2 de longitud 5 metros, colocado a una altura de 4 metro. La medida se ha realizado a una altura de un metro en el eje del tubo.



De la figura siguiente es claramente visible la uniformidad de la distribución de la temperatura de radiación a un metro de altura con cuatro paneles radiantes **zehnder zip**, colocados a cuatro metros de altura. El calculo ha sido efectuado en base a la temperatura de ejercicio de 80/70°C – 20°C según EN 14037.



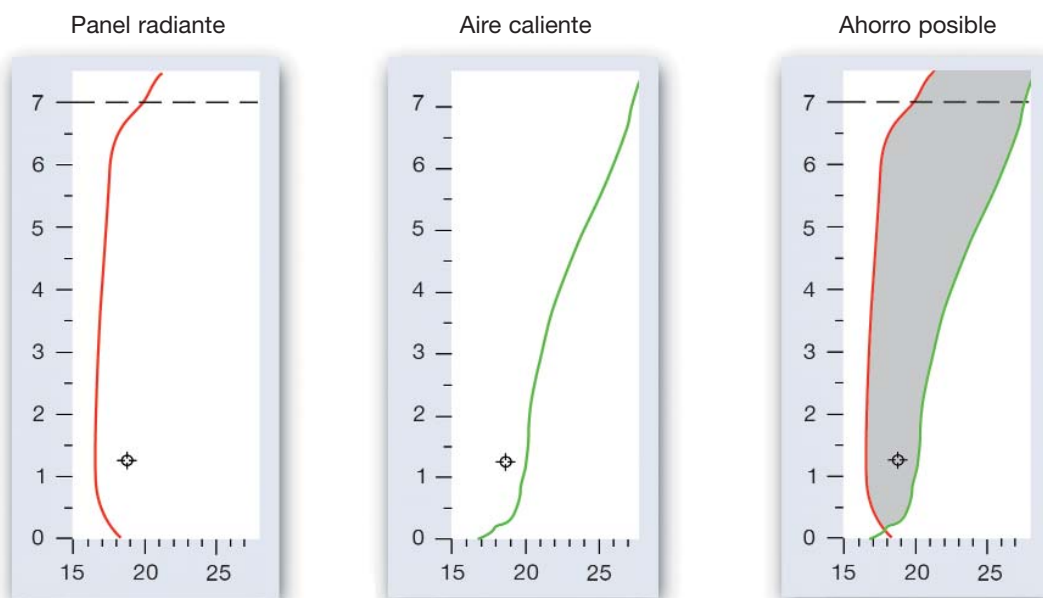
Observaciones sobre el ahorro energético

En la imagen siguiente, la figura de la izquierda muestra el modelo de la temperatura del aire y la temperatura percibida a 1,25 m de altura en un pabellón con calefacción mediante paneles radiantes de techo. La figura central muestra en cambio el modelo de temperatura del aire y de la temperatura percibida a 1,25 m de altura en un pabellón con calefacción mediante aire caliente.

La diferencia entre los dos modelos radica en el diferente gradiente térmico que encontramos en instalaciones calefactadas mediante sistemas por impulsión por aire frente a instalaciones calefactadas por paneles radiantes:

- En el caso de calefacción por aire, el gradiente vertical oscila entre 1 hasta a 1,4 K/m;
- En el caso de calefacción por panel radiante, el gradiente vertical oscila entre 0,1 hasta 0,4 K/m;

En la figura de la derecha, sobreponiendo las dos gráficas, podemos observar que la superficie sombreada representa la diferencia de energía térmica utilizada entre la calefacción mediante paneles radiantes de techo y calefacción mediante aire caliente. A temperatura percibida (temperatura operativa) idéntica, se evidencia el ahorro posible.



Bienestar térmico

Durante el cálculo de una instalación de calefacción, el bienestar térmico se basa sobre la obtención de la temperatura del aire t_a del ambiente deseado. Los paneles son por tanto dimensionados según el método de cálculo habitual de las potencias térmicas necesarias, con el objetivo que el panel sea capaz de suministrar la potencia necesaria para compensar las pérdidas, tanto por transmisión como por ventilación sufridas a través de la envolvente del edificio.

En un cálculo más riguroso, el alcanzar la satisfacción con el ambiente térmico supone obtener la temperatura operativa t_o (media aritmética entre la temperatura del aire t_a y la temperatura media radiante de las superficies del local t_{mr}). En este cálculo es considerado el efecto de calefacción por radiación.

En la mayor parte de los casos, el cálculo basándose en la temperatura del aire del ambiente – que en función del tipo de actividad y de la indumentaria de las personas – conduce a resultados suficientemente correctos. El movimiento reducido del aire en los locales con calefacción por paneles radiantes de techo evita problemas de corrientes de aire. La convección provocada por la persona no está influenciada por el panel radiante.

En el caso de una instalación de calefacción por radiación, el bienestar térmico es perturbado solamente cuando se producen efectos radiantes excesivos sobre partes expuestas del cuerpo. Por este motivo en el caso de instalaciones donde la colocación del panel es especialmente baja, hay que respetar las temperaturas máximas que aparecen en la tabla correspondiente de la página 21.

Por lo que respecta al bienestar térmico producido por la instalación de paneles radiantes de techo Zehnder, se pueden evidenciar los siguientes puntos:

- El calor radiante produce elevado confort también en sistemas a baja temperatura.
- El suelo es calentado aproximadamente igual a la temperatura del aire del ambiente el suelo participa, por tanto, de manera activa en el calentamiento del local.
- No hay ningún movimiento forzado de aire, por tanto no se produce movimiento de polvo.
- La distribución del calor es homogénea en todo el local.
- Gracias a la ventaja de la regulación constante de la temperatura del agua, se provoca una regulación óptima de la temperatura del panel, sin causar oscilaciones perceptibles de la temperatura percibida.

Locales con alturas elevadas

Independientemente de la altura de la instalación, en el cálculo de la potencia térmica debemos considerar el volumen total a calefactar y la altura total de las paredes donde se producen las pérdidas. La instalación a alturas más reducidas respecto a la altura total del local no influye en este principio, excepto en el funcionamiento para refrescar en el que la existencia de aire fresco bajo los paneles permite limitar la potencia necesaria.

Como en la radiación en teoría no influye la distancia entre la fuente emisora del calor y el cuerpo que la recibe, no existen límites de altura en la instalación: en la práctica debido a que el aire del local nunca es “perfectamente transparente” no hay que exceder los 30 metros en la altura de la instalación, sobre todo en caso de presencia de niebla, polvos y vapores que puedan reducir el efecto radiante.

Principales argumentos técnicos

- Alta calidad constructiva– el panel es una caja autoportante con refuerzos laterales y superiores.
- Sistema modular.
- Ensamblaje fácil.
- No hay soldaduras – racores roscados M15 o a presión Ø15.
- Fácil fijación a techo mediante travesaños que reducen el número de puntos de suspensión.
- Accesorios para soportarlos.
- Peso reducido.
- Potencia térmica elevada.
- Completamente galvanizado (chapa y tubos).
- Funcionamiento para refrescar (certificación DIN 50017).

Materiales utilizados en la construcción del panel zehnder zip

Panel radiante **zehnder zip** en chapa de acero espesor 0,5 mm, electrogalvanizada en ambos lados con perfiles especiales Zehnder, donde se insertan 4 tubos en acero de precisión Ø 15 mm según DIN 2394/C electrogalvanizados. La chapa de los paneles radiantes presenta un acabado de pintura en polvo epoxi color blanco sobre una capa de pintura de fondo por electroforesis (certificación DIN 50017).

Los colectores son realizados en tubo redondo Ø 32 mm; los colectores están equipados de los racores necesarios de conexión con rosca externa 1”, racor de 1/2” de cara para la purga/vaciado. Los colectores son entregados por separado, para instalar en la obra, conectándose a través de racores bicónicos al panel. Los colectores son electrogalvanizados.

Los paneles radiantes de techo son entregados para su instalación en anchuras de 320 mm y con longitudes a elegir entre 2, 3, 4, 5 o 6 m. Los paneles son conectados con racores roscados o a compresión. Para cubrir las zonas donde se conectan los paneles existen unos embellecedores que ocultan las zonas de conexión entre los paneles.

Aislante térmico de espesor 40 mm, con $\lambda = 0,04$ W/mK, 25 kg/m³ de densidad cubierto de una lámina de aluminio en la parte superior, cortado a medida cubriendo toda la longitud del panel para colocar en obra.

Conexiones a compresión: Racor a presión de 15 mm, galvanizado

Conexiones roscadas: Racor bicónico roscado de 15 mm, galvanizado.

Embellecedores – Chapa en acero de espesor 0,5 mm galvanizada pintada externamente con polvo epoxi color blanco, para ocultar las zonas de conexión entre los paneles.

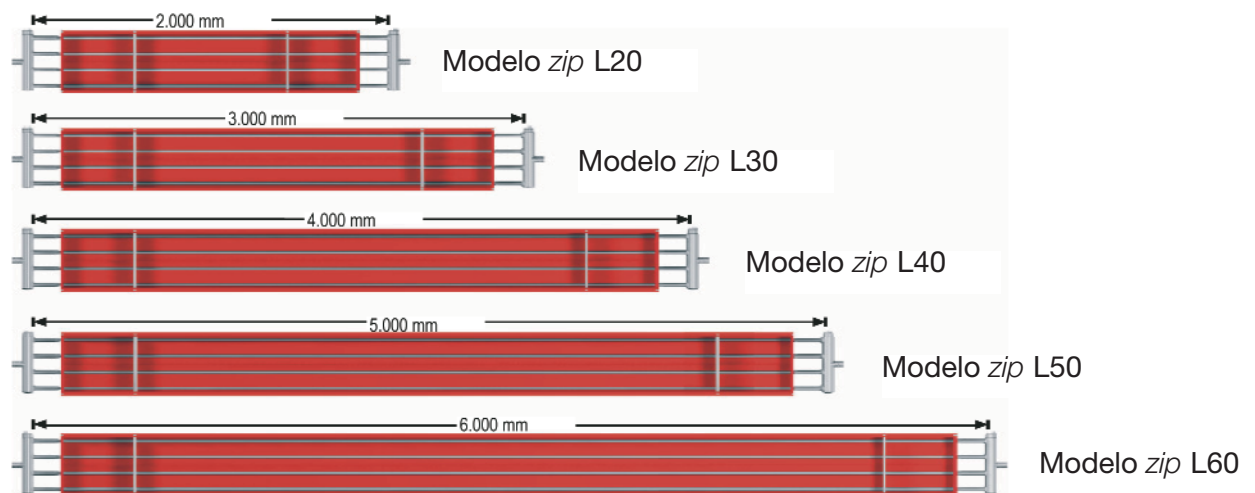
Montaje

- La distancia máxima admisible entre puntos de suspensión es de 3000 mm.
- La distancia máxima entre un colector y el primer punto de suspensión es de 500 mm.
- La distancia máxima entre una junta y el primer punto de suspensión es de 1500 mm.
- La suspensión del panel **zehnder** zip 1 se efectúa con dos puntos de suspensión, anclando directamente el gancho a la barra de suspensión.
- La suspensión del panel **zehnder** zip 2 se efectúa con dos puntos de suspensión, anclando directamente el gancho a la barra de multisuspensión (referencia AUF 2).
- La suspensión del panel **zehnder** zip 3 se efectúa con dos puntos de suspensión, anclando directamente el gancho a la barra de multisuspensión (referencia AUF 3).
- La suspensión del panel **zehnder** zip 4 se efectúa con dos puntos de suspensión, anclando directamente el gancho a la barra de multisuspensión (referencia AUF 4).

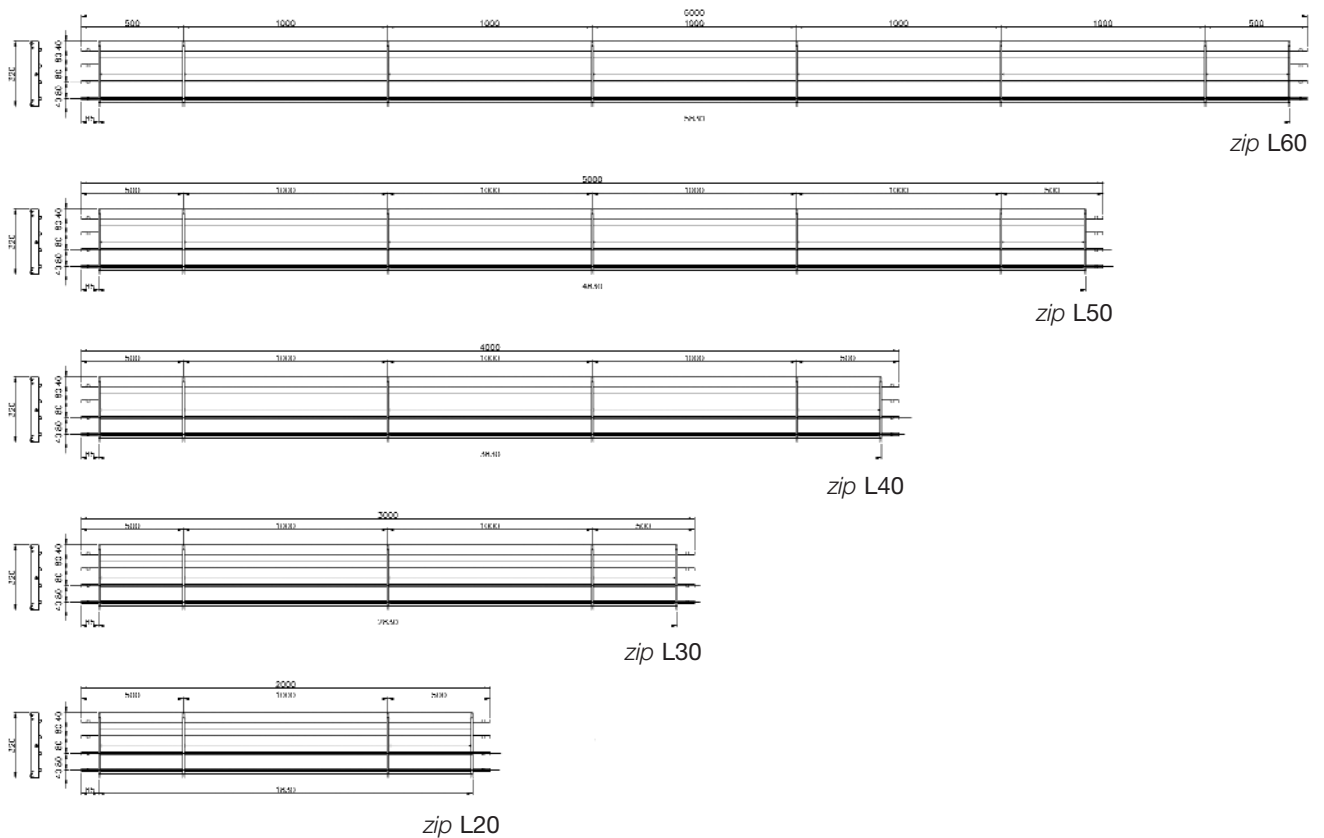


Dimensiones

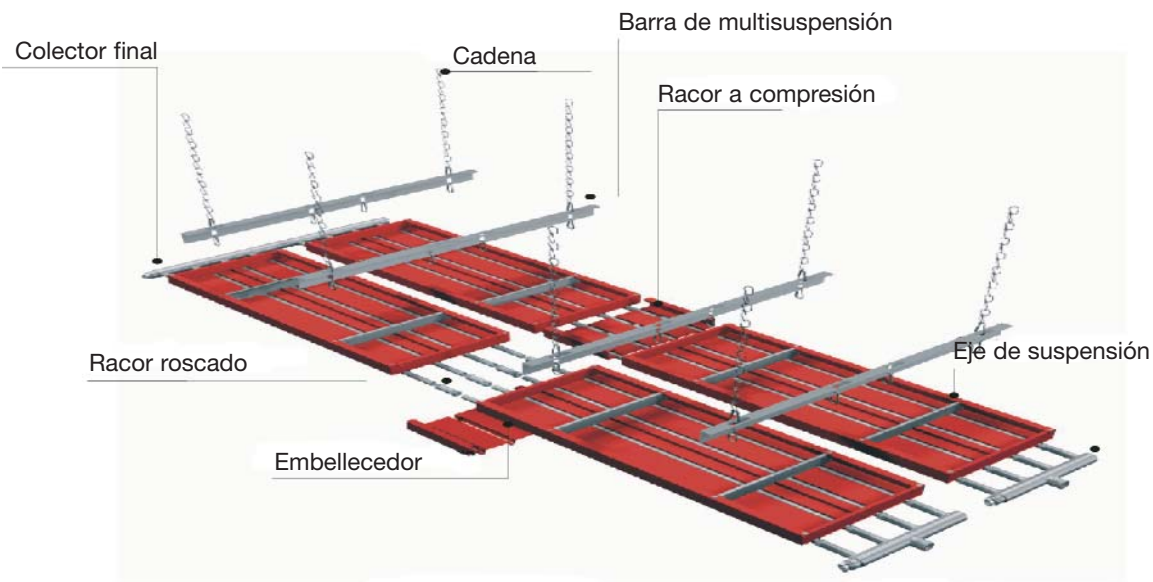
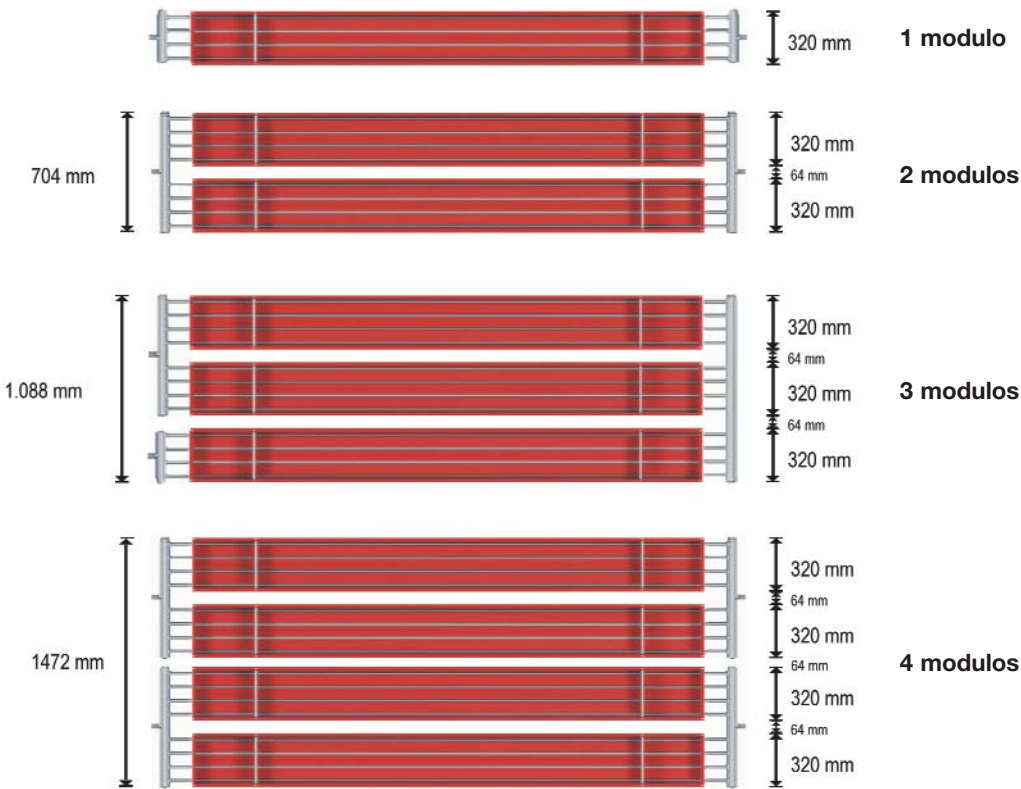
Esquema



Diseño técnico



Sistema modular



Racores roscados



Racores a compresión



Datos técnicos

Descripción/ejecución	Unidad	
Numero de tubos por panel	Nº	4
Intereje entre los tubos	mm	80
Diámetro externo del tubo	mm	15
Achura panel	mm	320
Longitud mínima del panel	m	2
Longitud máxima del panel	m	6
Peso del panel con contenido de agua y aislante	kg/m	4,7
Contenido de agua	l / m	0,53
Contenido de agua en el colector de 4 tubos - zip 1	l	0,26
Contenido de agua en el colector de 8 tubos - zip 2	l	0,57
Contenido de agua en el colector de 12 tubos - zip 3	l	0,88
Presión máxima de servicio	bar	5
Temperatura máxima de servicio	°C	95*
Emisiones según EN 14037 de la pareja de colectores para zip1	W	80
Emisiones según EN 14037 de la pareja de colectores para zip2	W	160
Potencia nominal EN 14037 de la pareja de colectores para zip3	W	240
Potencia nominal EN 14037 de la pareja de colectores para zip4	W	320
Exponente característico para calefacción		1,129
Exponente característico para refrescar		1,034

* Temperaturas superiores bajo pedido.

Emisiones para calefacción

Temperatura media del agua	Temperatura operativa	zip 1 EN 14037	zip 2 EN 14037	zip 3 EN 14037	zip 4 EN 14037
°C	°C	watt/m	watt/m	watt/m	watt/m
90	15	291	582	873	1164
	18	278	556	833	1111
	20	269	538	807	1076
85	15	269	538	807	1076
	18	256	512	768	1024
	20	248	495	743	990
80	15	248	495	743	990
	18	235	469	704	939
	20	226	452	678	904
75	15	226	452	678	904
	18	213	427	640	854
	20	205	410	615	820
70	15	205	410	615	820
	18	192	385	577	770
	20	184	368	552	736
65	15	184	368	552	736
	18	172	343	515	687
	20	163	327	490	654
60	15	163	327	490	654
	18	151	302	454	605
	20	143	286	429	572
55	15	143	286	429	572
	18	131	262	393	524
	20	123	246	369	492
50	15	123	246	369	492
	18	111	222	334	445
	20	103	207	310	414
45	15	103	207	310	414
	18	92	184	275	367
	20	84	168	253	337
40	15	84	168	253	337
	18	73	146	219	291
	20	65	131	196	262
35	15	65	131	196	262
	18	54	109	163	218
	20	47	95	142	189
30	15	47	95	142	189
	18	37	74	110	147
	20	30	60	90	120

Emisiones para calefacción

Potencia del modulo zip 1

potencia en vatios por metro lineal

ΔT	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	65,4	69,1	73	77	80	84	88	92	96	100
30	103	107	111	115	119	123	127	131	135	139
40	143	147	151	155	159	163	168	172	176	180
50	184	188	192	197	201	205	209	213	218	222
60	226	230	235	239	243	248	252	256	260	265
70	269	273	278	282	287	291	295	300	304	308
80	313	317	322	326	331	335	339	344	348	353

Potencia del panel zip 2

potencia en vatios por metro lineal

ΔT	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	131	138	146	153	161	168	176	184	191	199
30	207	215	222	230	238	246	254	262	270	278
40	286	294	302	310	319	327	335	343	352	360
50	368	376	385	393	402	410	418	427	435	444
60	452	461	469	478	486	495	504	512	521	530
70	538	547	556	564	573	582	591	599	608	617
80	626	635	643	652	661	670	679	688	697	706

Potencia del panel zip 3

potencia en vatios por metro lineal

ΔT	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	196	207	219	230	241	253	264	275	287	299
30	310	322	334	345	357	369	381	393	405	417
40	429	441	454	466	478	490	503	515	527	540
50	552	565	577	590	602	615	628	640	653	666
60	678	691	704	717	730	743	755	768	781	794
70	807	820	833	846	860	873	886	899	912	925
80	939	952	965	978	992	1005	1018	1032	1045	1059

Potencia del panel zip 4

potencia en vatios por metro lineal

ΔT	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	262	277	291	306	322	337	352	367	383	398
30	414	429	445	461	476	492	508	524	540	556
40	572	588	605	621	637	654	670	687	703	720
50	736	753	770	786	803	820	837	854	871	887
60	904	922	939	956	973	990	1007	1024	1042	1059
70	1076	1094	1111	1129	1146	1164	1181	1199	1216	1234
80	1251	1269	1287	1305	1322	1340	1358	1376	1394	1412

Emisiones para refrescar

Temperatura media del agua	Temperatura operativa	zip 1 base DIN 4715	zip 2 base DIN 4715	zip 3 base DIN 4715	zip 4 base DIN 4715
°C	°C	watt/m	watt/m	watt/m	watt/m
15	30	54,0	108,0	162,0	216,0
	28	46,6	93,1	139,7	186,3
	26	39,2	78,4	117,5	156,7
16	30	50,3	100,6	150,8	201,1
	28	42,9	85,7	128,6	171,5
	26	35,5	71,0	106,5	142,0
17	30	46,6	93,1	139,7	186,3
	28	39,2	78,4	117,5	156,7
	26	31,8	63,7	95,5	127,4
18	30	42,9	85,7	128,6	171,5
	28	35,5	71,0	106,5	142,0
	26	28,2	56,4	84,6	112,8
19	30	39,2	78,4	117,5	156,7
	28	31,8	63,7	95,5	127,4
	26	24,6	49,1	73,7	98,2
20	30	35,5	71,0	106,5	142,0
	28	28,2	56,4	84,6	112,8
	26	20,9	41,9	62,8	83,7
21	30	31,8	63,7	95,5	127,4
	28	24,6	49,1	73,7	98,2
	26	17,3	34,7	52,0	69,4
22	30	28,2	56,4	84,6	112,8
	28	20,9	41,9	62,8	83,7
	26	13,8	27,5	41,3	55,1
23	30	24,6	49,1	73,7	98,2
	28	17,3	34,7	52,0	69,4
	26	13,8	27,5	41,3	55,1
24	30	20,9	41,9	62,8	83,7
	28	13,8	27,5	41,3	55,1
	26	6,7	13,4	20,2	26,9
25	30	17,3	34,7	52,0	69,4
	28	10,2	20,4	30,7	40,9
	26	3,3	6,6	9,8	13,1
26	30	13,8	27,5	41,3	55,1
	28	6,7	13,4	20,2	26,9
	26	-	-	-	-
27	30	10,2	20,4	30,7	40,9
	28	3,3	6,6	9,8	13,1
	26	-	-	-	-

Emisiones para enfriar

su base **DIN 4715** - potencia en vatios por metro lineal

zip 1					
ΔT	0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0
2	6,7	7,4	8,1	8,8	9,5
3	10,2	10,9	11,6	12,3	13,1
4	13,8	14,5	15,2	15,9	16,6
5	17,3	18,1	18,8	19,5	20,2
6	20,9	21,7	22,4	23,1	23,8
7	24,6	25,3	26,0	26,7	27,5
8	28,2	28,9	29,6	30,4	31,1
9	31,8	32,6	33,3	34,0	34,8
10	35,5	36,2	37,0	37,7	38,4
11	39,2	39,9	40,7	41,4	42,1
12	42,9	43,6	44,3	45,1	45,8
13	46,6	47,3	48,1	48,8	49,5
14	50,3	51,0	51,8	52,5	53,3
15	54,0	54,7	55,5	56,2	57,0
16	57,7	58,5	59,2	60,0	60,7
17	61,5	62,2	63,0	63,7	64,4
18	65,2	65,9	66,7	67,4	68,2
19	68,9	69,7	70,4	71,2	71,9
20	72,7	73,5	74,2	75,0	75,7

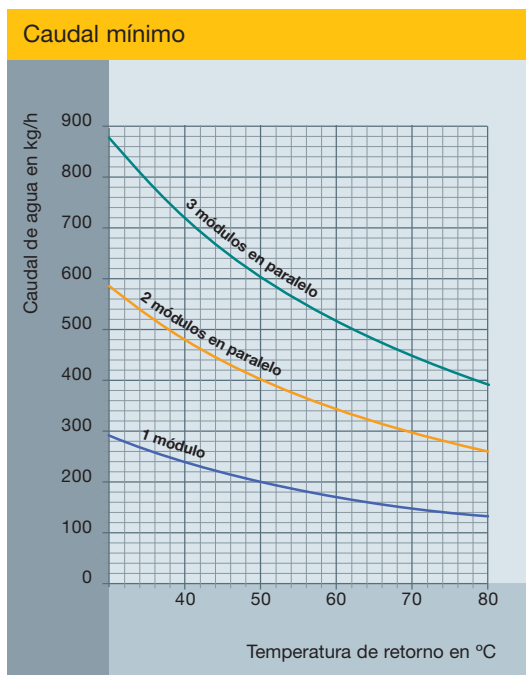
zip 2					
ΔT	0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	6,6	7,9	9,3	10,7	12,1
2	13,4	14,8	16,2	17,6	19,0
3	20,4	21,9	23,3	24,7	26,1
4	27,5	29,0	30,4	31,8	33,2
5	34,7	36,1	37,5	39,0	40,4
6	41,9	43,3	44,8	46,2	47,7
7	49,1	50,6	52,0	53,5	54,9
8	56,4	57,8	59,3	60,8	62,2
9	63,7	65,1	66,6	68,1	69,5
10	71,0	72,5	73,9	75,4	76,9
11	78,4	79,8	81,3	82,8	84,3
12	85,7	87,2	88,7	90,2	91,7
13	93,1	94,6	96,1	97,6	99,1
14	100,6	102,0	103,5	105,0	106,5
15	108,0	109,5	111,0	112,5	113,9
16	115,4	116,9	118,4	119,9	121,4
17	122,9	124,4	125,9	127,4	128,9
18	130,4	131,9	133,4	134,9	136,4
19	137,9	139,4	140,9	142,4	143,9
20	145,4	146,9	148,4	149,9	151,4

zip 3					
ΔT	0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	9,8	11,9	13,9	16,0	18,1
2	20,2	22,3	24,4	26,5	28,6
3	30,7	32,8	34,9	37,0	39,2
4	41,3	43,4	45,6	47,7	49,9
5	52,0	54,2	56,3	58,5	60,6
6	62,8	65,0	67,1	69,3	71,5
7	73,7	75,8	78,0	80,2	82,4
8	84,6	86,8	88,9	91,1	93,3
9	95,5	97,7	99,9	102,1	104,3
10	106,5	108,7	110,9	113,1	115,3
11	117,5	119,8	122,0	124,2	126,4
12	128,6	130,8	133,0	135,3	137,5
13	139,7	141,9	144,2	146,4	148,6
14	150,8	153,1	155,3	157,5	159,8
15	162,0	164,2	166,5	168,7	170,9
16	173,2	175,4	177,6	179,9	182,1
17	184,4	186,6	188,9	191,1	193,3
18	195,6	197,8	200,1	202,3	204,6
19	206,8	209,1	211,3	213,6	215,8
20	218,1	220,4	222,6	224,9	227,1

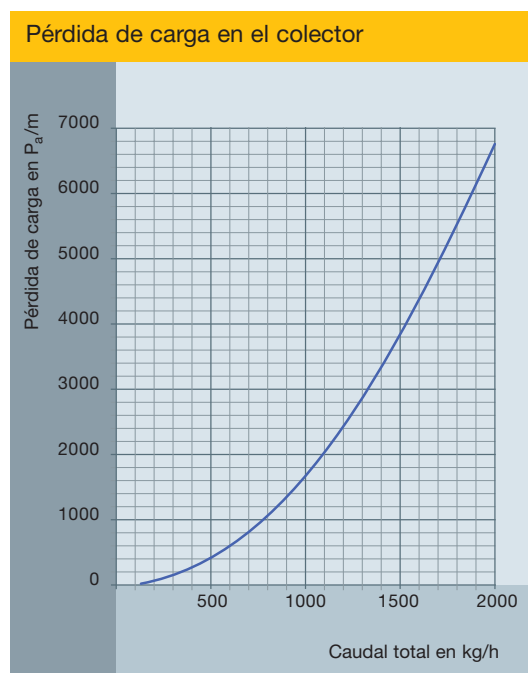
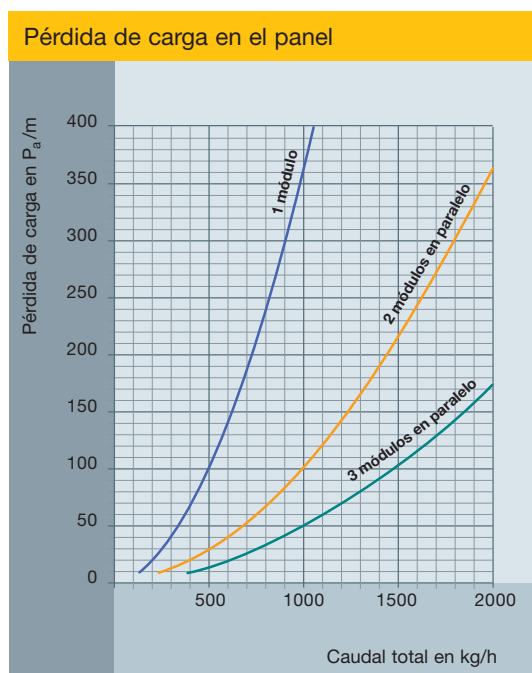
zip 4					
ΔT	0	0,2	0,4	0,6	0,8
1	13,1	15,9	18,6	21,3	24,1
2	26,9	29,7	32,5	35,3	38,1
3	40,9	43,7	46,5	49,4	52,2
4	55,1	57,9	60,8	63,6	66,5
5	69,4	72,2	75,1	78,0	80,9
6	83,7	86,6	89,5	92,4	95,3
7	98,2	101,1	104,0	106,9	109,8
8	112,8	115,7	118,6	121,5	124,4
9	127,4	130,3	133,2	136,1	139,1
10	142,0	145,0	147,9	150,8	153,8
11	156,7	159,7	162,6	165,6	168,5
12	171,5	174,4	177,4	180,3	183,3
13	186,3	189,2	192,2	195,2	198,1
14	201,1	204,1	207,1	210,0	213,0
15	216,0	219,0	221,9	224,9	227,9
16	230,9	233,9	236,9	239,8	242,8
17	245,8	248,8	251,8	254,8	257,8
18	260,8	263,8	266,8	269,8	272,8
19	275,8	278,8	281,8	284,8	287,8
20	290,8	293,8	296,8	299,8	302,8

Caudal

Los valores que aparecen en la tabla de emisiones son válidos cuando tenemos un régimen turbulento del líquido caloportador. Una vez fijada la temperatura de entrada, la velocidad mínima necesaria del fluido depende de la temperatura de retorno t_s . Nuestro software de cálculo efectúa la verificación del caudal, garantizando de esta manera el correcto dimensionado del panel radiante, dándonos al mismo tiempo el valor de la pérdida de carga. El software también nos proporciona la óptima conexión de los paneles ya sea en serie o en paralelo. Solo cuando el caudal mínimo por tubo necesario no puede ser garantizado, es necesario aumentar la potencia térmica a instalar en un 18 %.



Perdida de carga



Temperaturas máximas admisibles

Para evitar una radiación demasiado intensa, en locales calefactados con paneles radiantes, se debe respetar una cierta temperatura límite de la superficie de calentamiento. Esta temperatura límite ha sido convertida y trasladada a la tabla siguiente en forma de temperatura media admisible del agua, en función de la altura por la instalación del grado de ocupación del techo.

En caso de colocación del panel a una altura inferior de 3 metros o con un elevado grado de ocupación del techo, es aconsejable realizar un cálculo de la intensidad de radiación térmica según ISO 7730 para poder determinar la temperatura máxima admisible del fluido caloportador.

En locales con escasa ocupación de personas, es posible trabajar con temperaturas medias más elevadas.

Altura de colocación	Temperatura máxima de funcionamiento Grado de ocupación de la superficie del techo					
	10%	15%	20%	25%	30%	35%
m						
3	73°	71°	68°	64°	58°	56°
4			91°	78°	67°	60°
5				83°	71°	64°
6				87°	75°	69°
7				91°	80°	74°
8					86°	80°
9						87°

Calculo de las perdidas en el local

Las pérdidas térmicas del local se calculan en base a la norma en vigor. En todo caso debe ser considerado el número de renovaciones del aire en el dimensionado de la potencia térmica instalada. Cuando las renovaciones del aire en el local sean superiores a la ventilación natural a través de juntas y fisuras (máximo 1/h), de forma particular en presencia de una ventilación forzada, se debe prever una impulsión de aire recalentada.

El aporte continuo de aire frío a través de puertas o en zonas de carga constantemente abiertas no puede ser compensado únicamente con paneles radiantes. En este caso se deben prever soluciones alternativas de apoyo como cortinas de aire o similares.

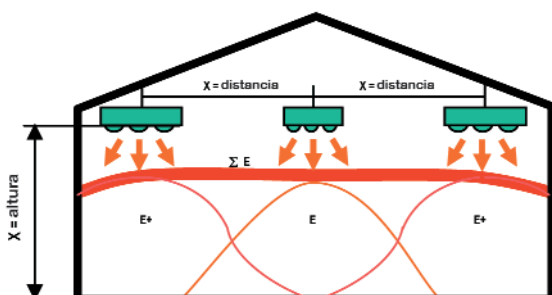
Disposición del panel radiante en la cubierta

La disposición de los paneles radiantes se realiza en base a las pérdidas térmicas del local considerado y de la temperatura del sistema de calefacción.

Algunas indicaciones para la disposición de los paneles radiantes:

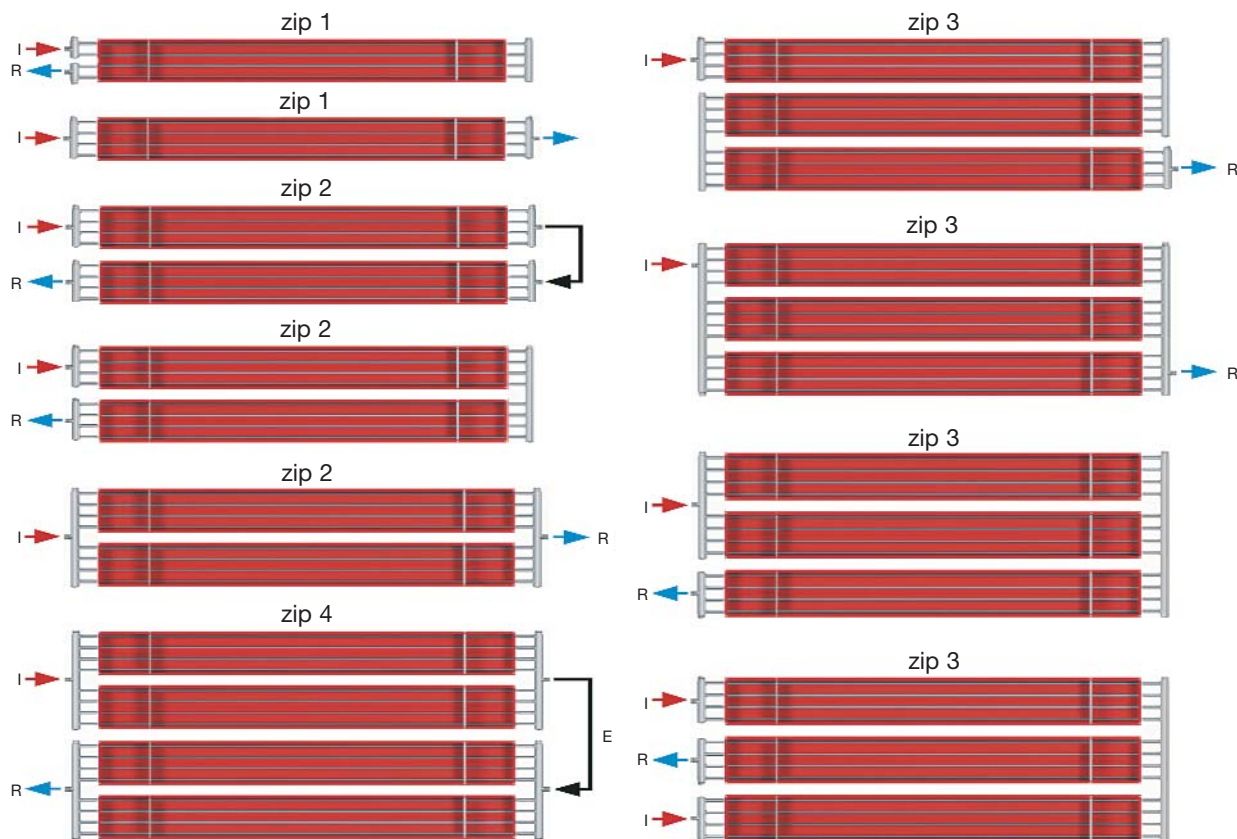
- Disposición paralela a la pared externa más larga.
- Distancia entre la pared lateral y el primer panel desde 0,5 hasta 2,0 metros.
- Utilizar preferiblemente paneles de una cierta longitud para minimizar los costes y las pérdidas de carga.
- Para determinar el número de paneles y el tipo de conexión, se debe considerar una distancia entre paneles equivalente a la altura de instalación (distancia entre el suelo y el panel radiante).
- Es aconsejable elegir un dimensionado más grande de los paneles radiantes instalados junto a las paredes externas frente a las internas del local; esto permitirá una mejor distribución del calor (compensación de las pérdidas importantes de las paredes externas).
- En caso de alturas de instalación inferiores a 4 metros, elegir paneles radiantes de anchura limitada (tipo zip 1 o zip 2).

Distancia entre paneles = Altura de instalación de panel



Conexiones hidráulicas y equilibrado

Conexiones posibles



Equilibrado hidráulico de los paneles radiantes zehnder zip

Teniendo en cuenta que para cada sistema de calefacción o refrescamiento la distribución correcta del caudal debe estar asegurada.

La disposición de los tubos según el sistema Tichelman representa una solución hidráulica perfecta en instalaciones donde los diversos paneles instalados son idénticos.

En instalaciones donde nos encontramos diferentes paneles y diferentes potencias caloríficas deben estar equilibradas hidráulicamente.

Los kits volumétricos Zehnder son utilizados en funciones de equilibrado y de mantenimiento del caudal de los paneles. Este kit permite la no instalación del bucle de Tichelman.

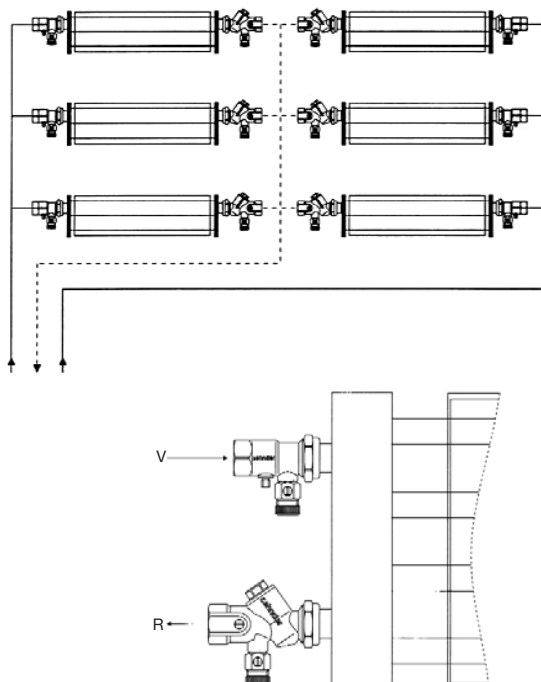
Los kits vienen reglados de fábrica. No es necesario realizar el equilibrado hidráulico en obra.

Los componentes son: Dos válvulas esféricas de llenado y vaciado, rácores roscados y kit regulador volumétrico con regulador de membrana.

El reglaje de los kits volumétricos se realiza en fábrica según los caudales de cada panel calculado.

Una pastilla de color (con indicación del reglaje realizado) permite identificar el kit correspondiente a cada panel.

En el caso de instalaciones complejas puede ser conveniente la utilización del kit volumétrico regulador de caudal de diámetro 1" o para mayores caudales diámetro 1 1/4"



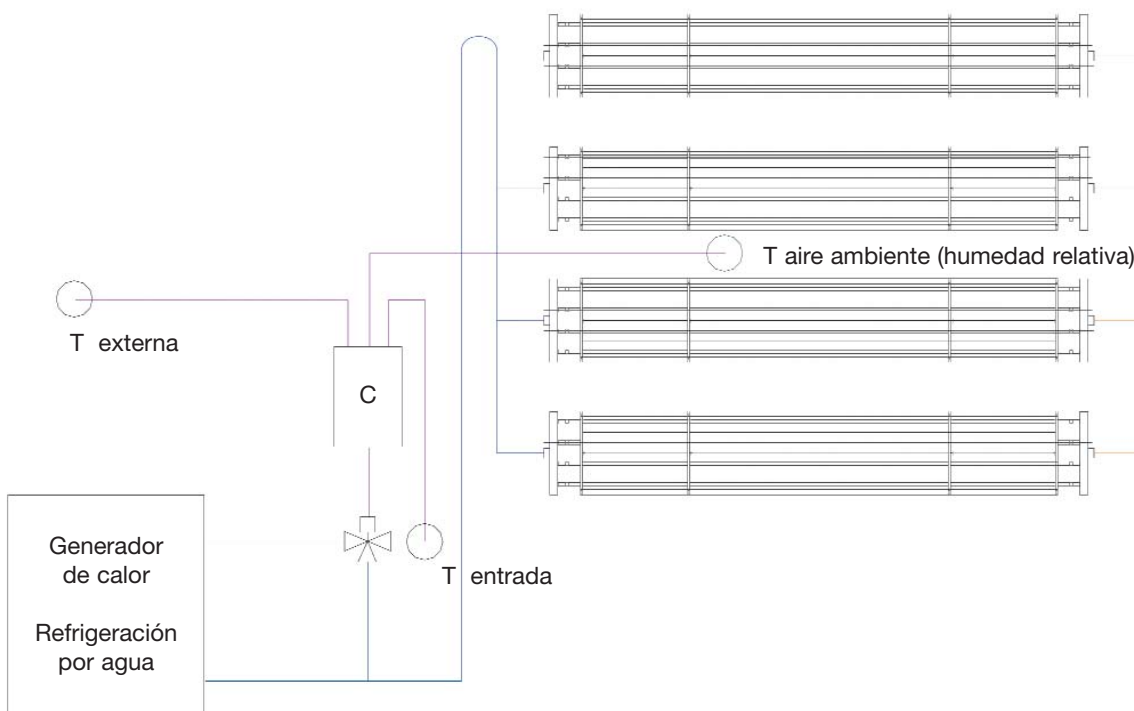
Regulación

El bajo contenido de agua en los paneles (baja inercia térmica) y la velocidad del agua facilitan notablemente la regulación. El corto periodo necesario para el calentamiento o enfriamiento del sistema durante la demanda de energía permiten alcanzar la temperatura deseada de una manera rápida y por tanto un ahorro energético importante. También el calor producido por eventuales máquinas de producción u otros aportes externos de energía, debido al lento comportamiento de regulación de las instalaciones tradicionales, provocarían aumentos inútiles de temperatura en el ambiente, con el consiguiente mayor consumo. Esto puede ser evitado con la utilización de paneles radiantes de techo Zehnder. Este sistema es especialmente útil en caso de una carga térmica muy variable, con posibilidad de un importante ahorro energético y económico.

Con los paneles radiantes podemos sectorizar por zonas; el número de zonas de regulación viene determinado como en las instalaciones de calefacción tradicional, por ejemplo en zonas Norte y Sur, almacenes sin presencia de personal o con una actividad elevada, etc.

La optima regulación se basa en que el caudal en el panel sea constante y que la regulación de la potencia de emisión sea efectuada mediante la regulación de la temperatura de entrada.

Un posible esquema hidráulico con un sistema de regulación correcto sería el que podemos ver a continuación.



En el caso de funcionamiento en verano es necesario que en la instalación se integre un regulador de humedad del ambiente, para poder modular la temperatura de entrada en el panel, manteniéndola superior a la temperatura de rocío.

Kit de montaje

Kit de montaje **KN 53** para fijación a correas o placas de hormigón



Kit de montaje **KN 54** para fijación a perfil metálico



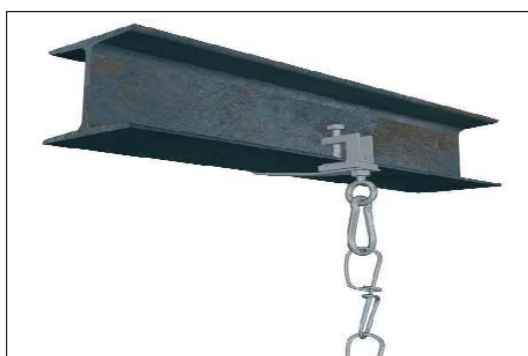
Kit de montaje **KN 56** para fijación a chapas trapezoidales

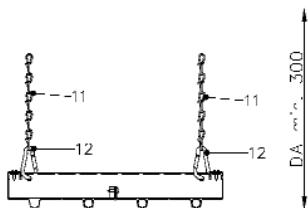
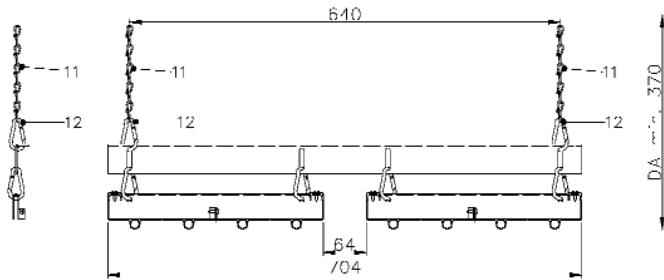
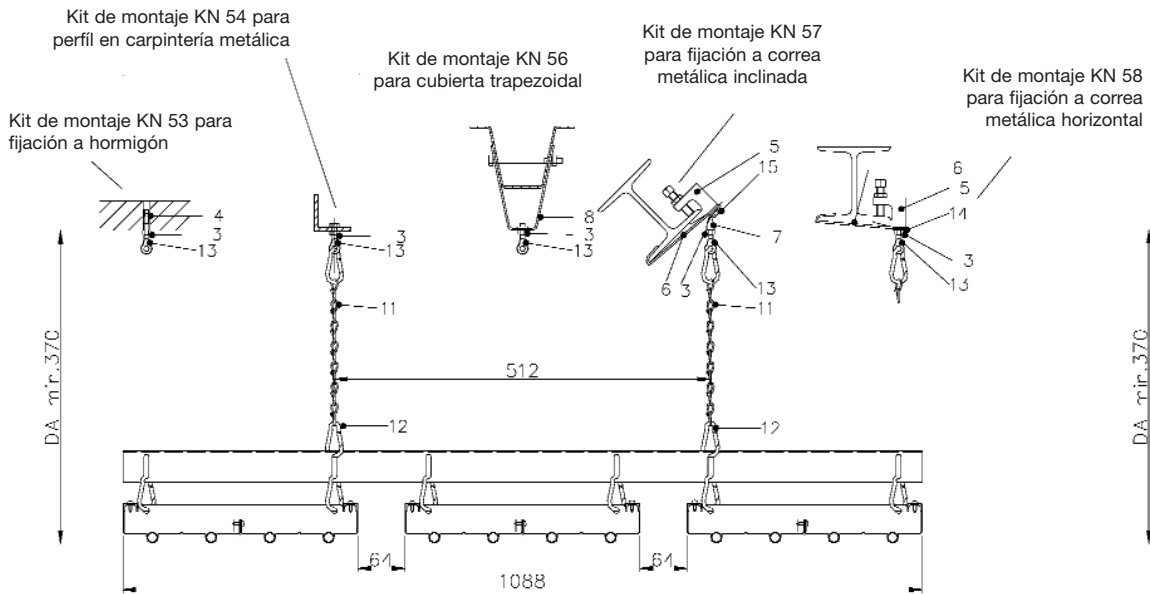
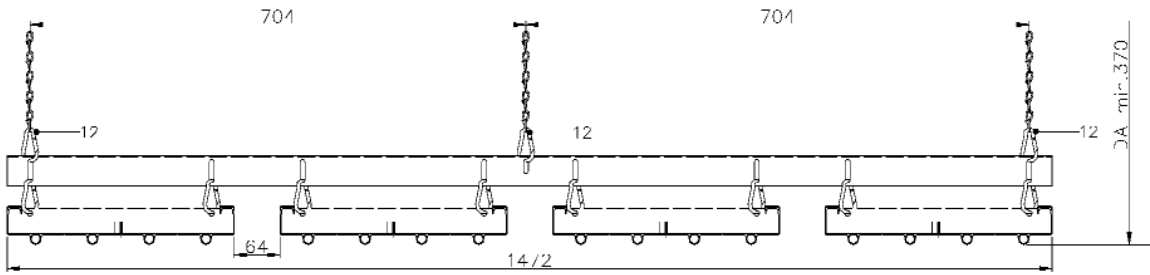


Kit de montaje **KN 57** para fijación a correas o vigas metálicas inclinadas



Kit de montaje **KN 58** para fijar a correas o vigas metálicas horizontales





Pos. N°	Descripción
3	Tuerca hexagonal M8
4	Taco M8
5	Abrazadera M8
6	Seguro para abrazadera
7	Tornillo M8
8	Suspensión trapezoidal
11	Cadena K22
12	Mosquetón 5 X 50
13	Perno con rosca M8
14	Disco
15	Tornillo cabeza hexagonal M8

Todos los componentes son galvanizados

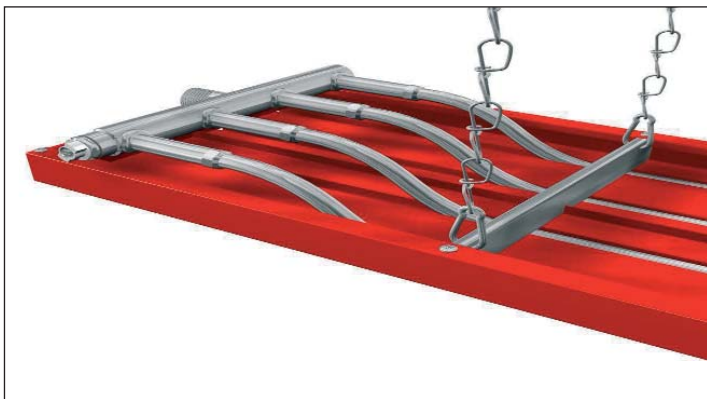
Distancia mínima: 300 mm para zip 1
Distancia mínima: 370 mm para zip 2, 3 y 4

Versiones especiales

Versión con colector oculto.

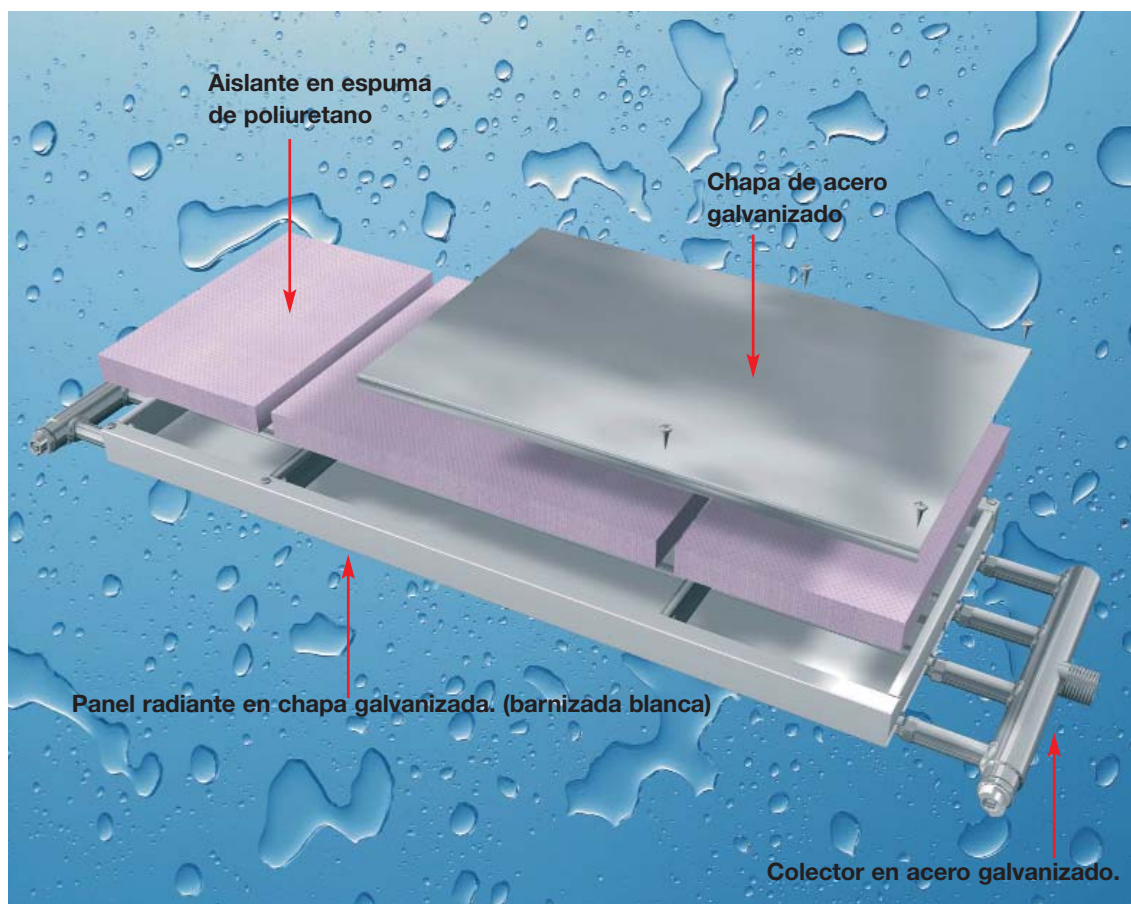
Especialmente útil para locales del sector terciario, oficinas, ...

Puede ser utilizado también intercalando paneles decorativos, para la realización de falsos techos,..etc.



Versión para ambientes especialmente húmedos

La presencia de una chapa superior de acero galvanizado, el sellado con silicona del panel y el aislante con espuma de poliuretano permiten ser utilizado este panel en ambientes donde no podemos evitar la intrusión de agua o vapor de agua en el interior del panel.



Forma de entrega

Los paneles radiantes **zehnder zip** son transportados en plataformas de madera adecuadas a sus dimensiones. Entre las filas de paneles se intercalan cartones de elevado espesor para evitar el contacto entre ellos y su posible daño durante su movilización, así como precintos a lo largo de los paneles con listones de madera intercalado para evitar presiones en los cantos del panel.

La movilización de los paneles puede ser realizada con:



Toros mecánicos, con palas suficientemente largas para evitar el vuelco de la carga.



Puente grúa, con travesaños de longitud adecuada.

El aislante térmico viene normalmente en rollos dentro de sacos de plástico para su protección.

Los accesorios para la instalación de los paneles vienen embalados en bolsas sintéticas y éstas a su vez en robustas cajas de cartón.

Texto para memoria

Panel radiante **zehnder zip** en chapa de acero espesor 0,5 mm, electrogalvanizada en ambos lados con perfiles especiales Zehnder, donde se insertan 4 tubos en acero de precisión Ø 15 mm según DIN 2394/C electrogalvanizados.

La chapa de los paneles radiantes presenta un acabado de pintura en polvo epoxi color blanco sobre una capa de pintura de fondo por electroforesis. Apto para una temperatura de servicio hasta 95° C, presión máxima de ejercicio 5 bar.

La chapa del panel radiante es estáticamente autoportante gracias a los pliegues laterales y superior. El pliegue sirve también para integrar y fijar el aislante térmico. Dos chapas frontales cierran los paneles en sus extremos.

La fijación del panel puede realizarse directamente al perfil de suspensión situado dentro del panel o cuando se trata de varios paneles en paralelo la fijación se realiza mediante una barra de suspensión externa al panel en sólo dos puntos ya sean dos, tres o cuatro paneles en paralelo.

Los cabezales y colectores están formados por un tubo redondo de Ø 32 mm, son suministrados con un racor para su conexión a la instalación de 1", tapón ciego y mangito de 1/2" para el purgado y vaciado. Los cabezales y colectores se suministran a parte para ser montados en obra mediante racores bicónicos.

Los paneles radiantes de techo son entregados para su instalación en anchuras de 320 mm y con longitudes a elegir entre 2, 3, 4, 5 o 6 m. Los paneles son conectados con racores roscados o a compresión. Para cubrir las zonas donde se conectan los paneles existen unos embellecedores que ocultan las zonas de conexión entre los paneles.

Aislante térmico de espesor 40 mm, con $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$, 25 kg/m^3 de densidad cubierto de una lámina de aluminio en la parte superior, cortado a medida cubriendo toda la longitud del panel para colocar en obra.
 Conexiones a compresión: Racor a presión de 15 mm, galvanizado
 Conexiones roscadas: Racor bicónico roscado de 15 mm, galvanizado.
 Embellecedores – Chapa en acero de espesor 0,5 mm galvanizada pintada externamente con polvo epoxi color blanco, para ocultar las zonas de conexión entre los paneles.

Producto: Zehnder
Tipo: Paneles radiantes de techo **zehnder zip**

Temperatura y datos del proyecto.

Fluido caloportador/.....°C (temperatura de ida y retorno)
 Temperatura del aire/.....°C
 Potencia térmica (total)/..... W
 Longitud del panel (total)/..... m

Aislante térmico:

Aislante térmico de espesor 40 mm, revestido de una capa de aluminio en la parte superior, cortado para cubrir toda la longitud del panel radiante a instalar en obra.

..... m

Instalación mediante press fitting:

Racor a compresión de 15 mm, galvanizado.

..... n

Instalación roscada:

Racor bicónico 15 mm, galvanizado

..... n

Embellecedor – chapa de cobertura

Chapa de acero de espesor 0,5 mm galvanizado recubierta exteriormente mediante capa de barniz en color blanco para ocultar las zonas de unión entre los paneles.

..... n

Técnica de montaje:

- Kit de montaje KN 53 para fijar a cubiertas de hormigón n
- Kit de montaje KN 54 para la fijación a perfil de acero n
- Kit de montaje KN 56 para la fijación a chapa trapezoidal n
- Kit de montaje KN 57 para fijación a correas de acero inclinadas n
- Kit de montaje KN 58 para fijación a correas de acero horizontales n

Regulador de caudal:

Regulador de caudal Zehnder para ida y retorno, utilizable hasta 95°C, presión diferencial hasta 1,2 bar, DN 25, PN 5 bar, caudal entre 200 – 1500 l/h consistente en: regulador por retorno completo de válvula esférica para cerrado, llenado, vaciado y detentor. Combinado con válvula de entrada a esfera para cerrado, llenado, vaciado y detentor.

..... n

Regulador de caudal Zehnder para ida y retorno, utilizable hasta 95°C, presión diferencial hasta 1,2 bar, DN 32, PN 5 bar, caudal entre 600– 4000 l/h consistente en: regulador por retorno completo de válvula esférica para cerrado, llenado, vaciado y detentor. Combinado con válvula de entrada a esfera para cerrado, llenado, vaciado y detentor.

..... n