

Uponor

APLICAÇÕES DE AQUECIMENTO
RADIANTE E CLIMATIZAÇÃO

MANUAL TÉCNICO



**MANUAL TÉCNICO
DE APLICAÇÕES DE
AQUECIMENTO RADIANTE
E CLIMATIZAÇÃO**

Índice	5
Introdução	7
Manual Técnico Sistema Uponor de Aquecimento por Chão Radiante	9
1. Princípios básicos	11
1.1. Princípio de funcionamento	11
1.2. Características	12
2. Sistema de Chão Radiante Uponor	14
2.1. Sistemas Uponor tradicional	14
2.2. Instalação. Sistema tradicional	17
2.3. Sistema Uponor com difusores	25
2.4. Sistema Uponor para renovação	28
3. Tubos emissores UPONOR wirsbo-evalPEX	32
3.1. Características. Estanquicidade ao oxigénio	32
3.2. Instalação de circuitos emissores Uponor	34
4. Uponor colectores	36
4.1. Características.	36
4.2. Montagem	38
4.3. Cabeças electrotérmicas	40
5. Uponor Genius. Sistema de regulação da temperatura ambiente	41
5.1. Termostato transmissor	42
5.2. Módulo de controlo	42
5.3. Módulo de regulação	42
5.4. Programação	42
6. Uponor Comfort System. Regulação da temperatura ambiente	47
6.1. Termostato Uponor Comfort System	47
6.2. Caixa de ligações Uponor Comfort System	48
7. Uponor Grupos de impulsão	50
7.1. Uponor Grupo de impulsão	50
7.2. Uponor Grupo de impulsão com central de regulação	51
7.3. Selecção da bomba circuladora	52
8. Cálculo e projecto	54
8.1. Cálculo de cargas térmicas dos locais	54
8.2. Localização de colectores	60
8.3. Projecto dos circuitos	60
8.4. Cálculo da temperatura superficial do pavimento	61
8.5. Cálculo da temperatura da água	63
8.6. Cálculo do caudal da água	66
8.7. Cálculo de montantes e tubagens de distribuição	67
8.8. Cálculo de perdas de carga	68
8.9. Selecção da bomba	69
8.10. Selecção do grupo de impulsão	70
8.11. Selecção da fonte de calor	70

Manual Técnico Sistema Uponor de Refrigeração por Tecto	71
Introdução	73
1. Princípios básicos	73
1.1. Vantagens sobre os sistemas convencionais de ar condicionado	73
1.2. Requisitos para uma climatização adequada	75
1.3. Sistemas de ar condicionado baseados em painéis de tubos capilares	78
2. Características e áreas de aplicação das malhas de tubos capilares	79
2.1. Características básicas e vantagens da tecnologia de tubos capilares	79
2.2. Função e áreas de aplicação dos sistemas de tubos capilares	80
3. Componentes do sistema	81
3.1. Polipropileno: Dados e características técnicas	81
3.2. Descrição do sistema	85
4. Sistemas Uponor de refrigeração por tecto	86
4.1. Uponor refrigeração para estuques	86
4.2. Uponor refrigeração para placa de gesso seca	86
4.3. Uponor refrigeração para tectos falsos	86
5. Transferência de calor através da água	87
5.1. Princípios básicos	87
5.2. Transferências globais entre o local e a água	87
6. Princípios básicos	88
6.1. Classificação e metodologia do cálculo de cargas	88
6.2. Modo de refrigeração	89
7. Projecto do sistema de refrigeração por tecto Uponor	91
7.1. Aplicação: Tectos refrigerantes	91
8. Regulação e controlo	96
8.1. Regulação de temperatura ambiente. Uponor CoSy Radio	96
8.2. Regulação de temperatura de impulsão	98
8.3. Esquema de instalação	100
9. Montagem	101
9.1. Montagem para tecto com estuque de gesso. Edificação não residencial.	101
9.2. Montagem para tecto com estuque de gesso. Habitação unifamiliar	102
9.3. Montagem para tectos falsos	103
10. Exemplo de cálculo	104
Anexos	107

Introdução

Ao longo dos anos, a UPONOR vem acumulando uma vasta experiência em todo o mundo sobre instalações. O sistema de chão radiante e refrigeração por tecto Uponor têm sido desenvolvidos com sucesso, inclusivamente em casos de condições atmosféricas muito desfavoráveis, como climas árticos em grande parte da sua área.

Este manual facilita a informação básica necessária para o projecto, cálculo e instalação de aplicações de climatização Uponor e está pensado para familiarizar os profissionais do sector com as soluções que a marca Uponor oferece neste campo.

O exposto neste manual está direccionado para instalações em habitações, tanto unifamiliares como em edifícios; contudo, as soluções Uponor também possuem outras utilidades, tais como climatização de instalações industriais, instalações desportivas, igrejas, estufas, superfícies de criação em explorações agro-pecuárias, etc. Cada aplicação específica implica a variação de alguns critérios de projecto, cálculo e instalação.

A UPONOR PORTUGAL, LDA oferece uma série de serviços, de grande interesse para os profissionais do sector:

- Realização de estudos técnicos.
- Assessoria técnica.
- Cursos de formação em projecto, cálculo e instalação.
- Assistência na obra e pós-venda.

Para uma informação mais detalhada, visite a nossa página WEB:

<http://www.uponoriberia.com>

ou contacte o Serviço de Atendimento ao Cliente:

800 207 157

caso lhe surja alguma questão, ou se desejar receber de forma gratuita, o CD-ROM UPONOR que contém todo o tipo de informação do seu interesse bem como programas de cálculo e desenho de instalações por chão radiante, radiadores ou refrigeração por tecto Uponor.



uponor

UPONOR

APLICAÇÕES DE AQUECIMENTO
RADIANTE E CLIMATIZAÇÃO

MANUAL TÉCNICO
SISTEMA UPONOR DE
AQUECIMENTO POR CHÃO RADIANTE



1. Princípios básicos

1.1. Princípio de funcionamento

O princípio básico do sistema consiste na impulsão da água a uma temperatura amena (à volta dos 40°C), através de circuitos de tubos de polietileno reticulado pelo método Engel com barreira anti-difusão de oxigénio Uponor.

Segundo o sistema tradicional de aquecimento por chão radiante Uponor, os tubos envolvem-se numa camada de argamassa. Esta camada, situada sobre os tubos e sob o pavimento absorve a energia térmica dissipada pelos tubos, transfere-a para o pavimento que por sua vez, emite a energia para o local através de radiação e em menor grau que a convecção natural.

Segundo o sistema de aquecimento por chão radiante com difusores Uponor, os tubos emissores colocam-se numa placa de alumínio (difusores), sendo estas as que cedem a energia necessária ao pavimento do local a aquecer.

Os circuitos emissores partem dos colectores de alimentação e retorno. A partir daí, os circuitos equilibram-se hidráulicamente e, através de Uponor cabeças electotérmicas, o caudal é regulado e impulsionado em função das necessidades térmicas de cada local.

A regulação dos sistemas de aquecimento por chão radiante UPONOR permite enviar água à temperatura desejada (Uponor grupos de impulsão) e controlar de forma independente a temperatura ambiente de cada compartimento a aquecer (regulações Uponor Genius ou regulação Uponor Comfort System).



1.2. Características

Perfil ótimo de temperaturas do corpo humano.

De entre todos os sistemas existentes de aquecimento, o chão radiante é o que melhor se ajusta ao ótimo perfil de temperaturas do corpo humano. Este perfil é aquele segundo o qual, a temperatura do ar à altura dos pés é ligeiramente

superior à temperatura do ar à altura da cabeça. Isto traduz-se numa percepção, para o utilizador do sistema, de uma maior sensação de conforto.

A seguir é demonstrado um esquema de distribuição vertical de temperaturas em função do sistema de aquecimento:



Fig.1.1 - Aquecimento ideal



Fig.1.2 - Chão radiante Uponor



Fig.1.3 - Radiadores



Fig.1.4 - Convectores



Fig.1.5 - Aquecimento pelo tecto



Fig.1.6 - Aquecimento pela parede

Emissão térmica uniforme.

O emissor térmico é todo o pavimento da área a aquecer. Isto resulta numa emissão térmica uniforme em toda a superfície. Este fenómeno contrapõe-se ao de "zonas quentes" e "zonas frias", obtidos com outros sistemas de aquecimento onde existe um número limitado de emissores de calor.

Aquecimento sem movimentação de ar.

A velocidade de deslocação das camadas de ar quente para as zonas frias é proporcional à diferença de temperaturas do ar entre ambas as zonas, quente e fria. Como a temperatura da superfície emissora (pavimento) de um sistema de aquecimento por chão radiante Uponor é baixa (inferior a 30°C), essa diferença de temperaturas do ar é muito reduzida, o que faz com que a deslocação do ar, devido ao sistema de aquecimento, seja imperceptível. Uma ausência de movimento do ar evita o movimento de pó e resulta num ambiente envolvente mais higiénico e saudável.

Poupança energética.

Para se obter a mesma sensação térmica percebida pelo utilizador, a temperatura ambiente é inferior para um local aquecido por chão radiante do que aquecido por outro sistema (radiadores, convectores de ar, etc.). A explicação disto deve-se aos perfis térmicos expostos nas figuras 1.1 a 1.6. Ao aquecer através de outros sistemas, a temperatura nas zonas mais altas do local é maior (temperatura não sentida pelo utilizador), isto é, para a mesma sensação térmica sentida pelo utilizador a temperatura ambiente num sistema de chão radiante é significativamente menor que nos outros sistemas.

Sendo a temperatura ambiente interior menor, também serão menores as perdas energéticas (perdas isolamentos, por ventilação e por infiltração) já que estas são proporcionais à diferença de temperaturas entre o exterior e o interior. Outro factor importante de poupança energética, é constituído pela diminuição de perdas de calor nas zonas das caldeiras e nas conduções até aos colectores, devido à temperatura da água de impulsão e retorno serem menores em comparação com outros sistemas de aquecimento.

Compatível com a maioria das fontes de energia.

A moderada temperatura de impulsão da água que o sistema necessita, faz com que este seja compatível com quase todas as fontes energéticas (electricidade, combustíveis derivados do petróleo, energia solar, gás natural, etc.). Particularmente, é o único sistema de aquecimento que pode ser alimentado energeticamente por painéis solares.

Aquecimento invisível.

É um sistema de aquecimento que oferece uma total liberdade de decoração interior uma vez que os emissores de calor não são visíveis. Pode-se mesmo dizer que é um "aquecimento invisível".

O espaço habitável é superior porque não existem elementos aquecedores à vista (por exemplo radiadores) e desaparece o risco de pancadas ou queimaduras, típicas no contacto com os radiadores.

Compatível com qualquer tipo de pavimentos.

O aquecimento por chão radiante instala-se em qualquer tipo de pavimento.



2. Sistema UPONOR de Aquecimento por Chão Radiante

Todos os componentes que constituem cada um dos sistemas UPONOR foram estudados e desenvolvidos para trabalhar em conjunto. Com o objectivo de assegurar a máxima qualidade de instalação, compatibilidade entre os componentes e a sua idoneidade, recomenda-se que sejam utilizados apenas componentes UPONOR.

A UPONOR desenvolveu as mais avançadas soluções em sistemas de aquecimento por chão radiante. As soluções destinadas a utilização residencial podem dividir-se em três sistemas cuja diferença radica na estrutura da camada emissora, factor que é determinado pelas características particulares do edifício a aquecer.

Estes sistemas possuem tubos UPONOR wirsbo-evalPEX, colectores e sistemas de regulação e impulsão comuns a todos eles.

- Sistema tradicional de aquecimento por chão radiante UPONOR.
- Sistema de aquecimento por chão radiante UPONOR com difusores.
- Sistema de aquecimento por chão radiante UPONOR para renovação.

2.1. Sistema UPONOR tradicional

É o sistema de aquecimento por chão radiante UPONOR que mais se instala.

A camada de argamassa acima dos tubos armazena a energia calorífica transmitida pelo caudal de água quente que circula através dos tubos UPONOR wirsbo-evalPEX, e esta energia é transmitida ao pavimento. Este por sua vez emite

esta energia ao ambiente a aquecer por radiação e convecção natural.

A espessura da camada emissora, dependendo do painel isolante e dos tubos UPONOR wirsbo-evalPEX seleccionados varia entre os 5,7 e os 12,3 cm.

Ao longo deste manual será aprofundado este sistema construtivo.

Componentes do sistema:

Componente	Nombre Uponor	Código	Ud.	Critérios
Filme anti-humidade	Uponor Filme polietileno	350000007	m ²	Superfície de chão base com risco de humidades.
Fita de isolamento de bordos	Uponor Fita de isolamento de bordos	350000002	m	Soma de todos os perímetros dos locais a aquecer.
Placa isoladora	- Uponor Placa moldada de isolamento	350000000	Ud.	Superfície aquecida dividida por 0,54 m ² . Superfície aquecida multiplicada por 10.
	- Uponor Grampo para placa moldada	350000004	Ud.	
	- Uponor Placa de isolamento com pitões	302011	Ud.	Superfície aquecida dividida por 0,62 m ² .
	- Uponor Placa moldada de encaixes plastificados	302011F	Ud.	Superfície aquecida dividida por 0,62 m ² .
	- Uponor Lâmina porta-tubos 11 mm	30201011	Ud.	Superfície aquecida dividida por 1,23 m ² .
- Uponor Lâmina porta-tubos 33 mm	30201033	Ud.		

Componente	Nome Uponor	Código	Ud.	Critérios	
Tubos emissores	Opções	- Uponor Wirsbo evalPEX 16x1,8	110301610	m	Superfície aquecida dividida pelo espaçamento entre tubos (em m).
		- Uponor Wirsbo evalPEX 17x2,0	110301700	m	Superfície aquecida dividida pelo espaçamento entre tubos (em m).
		- Uponor Wirsbo evalPEX 20x1,9	110302010	m	Superfície aquecida dividida pelo espaçamento entre tubos (em m).
Aditivo para argamassa	Uponor Aditivo para argamassa	350000010	Kg	Superfície aquecida dividida por 10 (espessura da argamassa de 5 cm).	
Curvatubo	Opção	- Uponor Curvatubo 16/17	20189026	Ud.	Dobro do número de circuitos
		- Uponor Curvatubo 20	20189027	Ud.	Dobro do número de circuitos
Colector ida/retorno		Uponor Kit colector básico	801201	Ud.	Mínimo 1 por piso. Máximo 12 circuitos por colector
		Uponor Conjunto básico	801221	Ud.	Número de circuitos menos 2
Adaptador	Opções	- Uponor Adaptador tradicional 16x1,8	302027	Ud.	Dobro do número de circuitos
		- Uponor Adaptador tradicional 17x2,0	302028	Ud.	Dobro do número de circuitos
		- Uponor Adaptador tradicional 20x2,0	302029	Ud.	Dobro do número de circuitos
Caixa de colectores	Opções	- Uponor Caixa metálica para colectores de 2 a 4 saídas	880000204	Ud.	Número de colectores de 2 a 4 saídas
		- Uponor Caixa metálica para colectores de 5 a 7 saídas	880000507	Ud.	Número de colectores de 5 a 7 saídas
		- Uponor Caixa metálica para colectores de 8 a 12 saídas	880000812	Ud.	Número de colectores de 8 a 12 saídas
Cabeça	Uponor Cabeça eletrotérmica 220 V	78594	Ud.	Número total de circuitos	
Unidades de regulação	Opção	- Uponor Caixa de ligações Co. Sy. 220V c/ controlo de bomba	3020104	Ud.	Mínimo 1 por cada caixa de colectores Máximo 1 por cada 6 termostatos
		- Unidade base Uponor Genius 220V	302016	Ud.	1 por cada caixa de colectores.
Termóstato	Opção	- Termostato básico Uponor Comfort System 220V	3020109	Ud.	Número de zonas de regulação térmica independente.
		- Termostato transmissor Uponor Genius	302017	Ud.	Número de zonas de regulação térmica independente.
Grupo de impulsão	Opção	Uponor Grupo de impulsão - Grupo 22N	125012	Ud.	1 por instalação.
		Uponor Grupo de impulsão - Grupo 45N	125016	Ud.	1 por instalação.
		Uponor Grupo impulsão - Grupo 22N com central de regulação	125112	Ud.	1 por instalação.
		Uponor Grupo impulsão - Grupo 45N com central de regulação	125116	Ud.	1 por instalação.

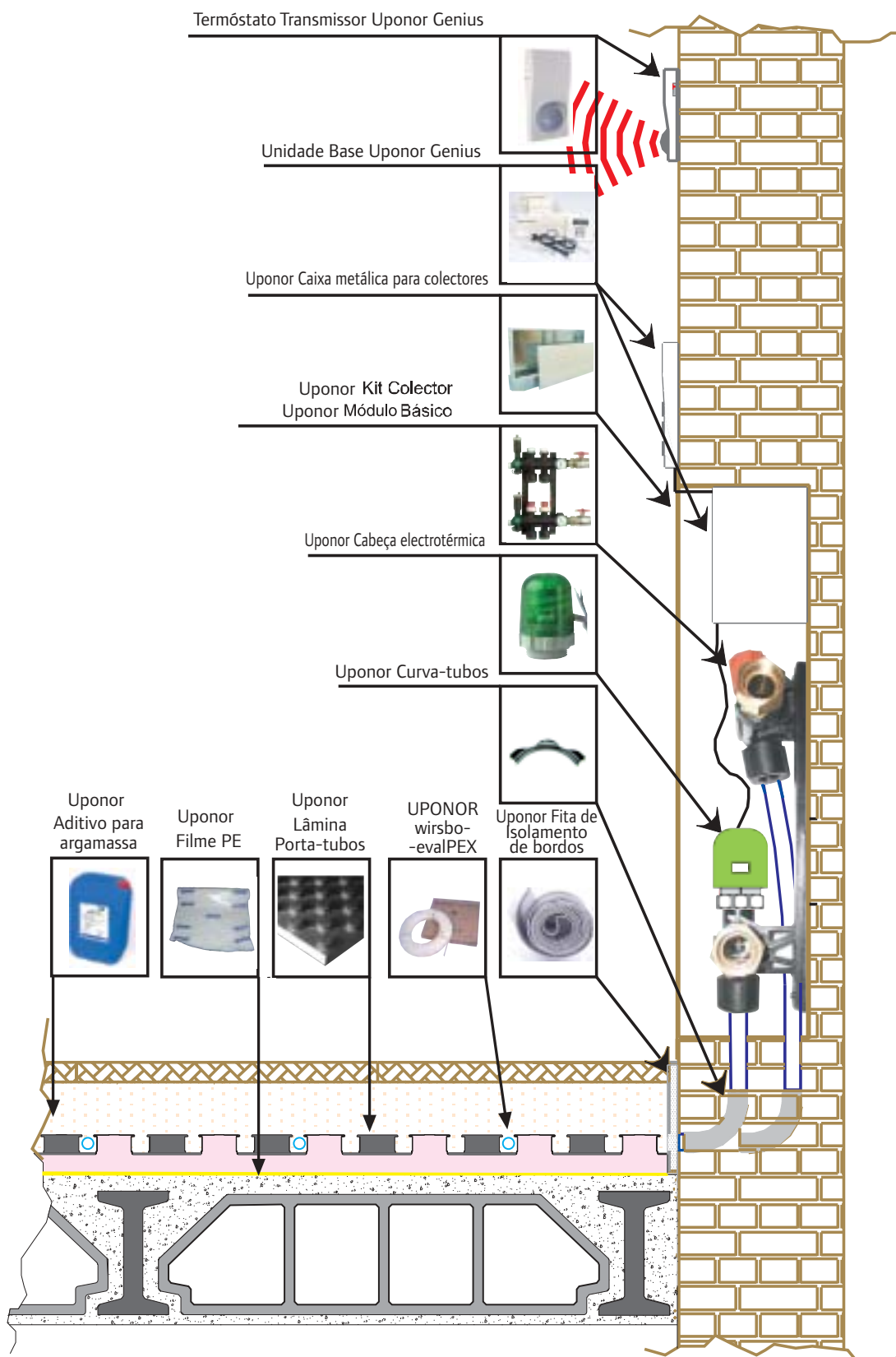


Fig.2.1 - Sistema tradicional UPONOR de aquecimento por chão radiante

2.2. Instalação. Sistema UPONOR tradicional.

Antes de proceder à instalação do sistema de aquecimento deve-se elaborar um estudo técnico. Isto facilitará a instalação e a selecção correcta dos materiais adaptados aos requisitos específicos.

Este estudo deve englobar um balanço das cargas térmicas da habitação a aquecer, informação dos caudais e perdas de carga da instalação, um esquema de princípio desta instalação e planos dos locais onde estão colocados os colectores e os circuitos emissores com os comprimentos e o espaçamento entre tubos correspondente.

Um bom estudo prévio e uma instalação de acordo com os pontos abaixo assinalados assegurarão um óptimo resultado final.

Estes são os passos que constituem o sistema que serão na sua maioria abordados com maior rigor nos capítulos 4 e 8.

Caixas de colectores

Os colectores de distribuição para chão radiante colocam-se nas respectivas caixas ou armários, os quais estão embebidos na parede.

Para possibilitar a purga de ar nos circuitos emissores, os colectores devem situar-se sempre num plano mais elevado em relação a qualquer circuito de serviço.

A localização deve ser a mais central possível dentro da área a aquecer. Deste modo reduz-se o comprimento dos tubos desde o colector até ao local a aquecer facilitando a instalação e o equilíbrio hidráulico.

As caixas, dentro das quais se colocam os colectores, são embebidas numa divisória ou numa parede acessível. Para não prejudicar a estética da habitação é normal colocá-las em zonas menos visíveis do olhar dos utilizadores, tais como interior de armários ou arrumos.

É necessário que a divisória ou parede onde a caixa vai ser embebida possua uma espessura suficiente (15cm) para a colocação da mesma.

Fita de Isolamento de bordos

É uma banda de espuma de polietileno cuja missão principal é absorver as dilatações produzidas pela argamassa colocada sobre os tubos emissores devido ao seu aquecimento/arrefecimento. Assim, efectuamos o isolamento lateral do sistema evitando pontes térmicas.

Coloca-se na base de todas as paredes das áreas a aquecer, desde o pavimento base até à camada superior do pavimento. O filme que adere à espuma de polietileno deve ficar com a face oposta à fundação perimetral - Parede. Este filme assentará sobre os painéis de isolamento de forma a evitar que a argamassa penetre entre a fita de isolamento de bordos e o painel de isolamento.

Em instalações com grandes superfícies a aquecer (pavilhões desportivos, igrejas, etc.) a fita de isolamento de bordos não é suficiente para absorver as forças da dilatação produzidas na estrutura do pavimento. Nestes casos, são projectadas juntas de dilatação no desenho original do pavimento (5 mm por cada 10 m).

Aqui deve-se evitar que os tubos cruzem através das juntas de dilatação; nos locais onde for impossível evitar, os tubos deverão ser revestidos em 0,5m para cada lado da junta, (ver DIN 4109 pág. 4).



Fig.2.2 - Colocação da fita de isolamento de bordos

Uponor Filme de polietileno

É um filme contínuo de polietileno. Coloca-se sobre a laje/difusores de alumínio dos locais a aquecer.



Fig.2.3 - Uponor Filme de polietileno

É uma barreira anti-humidade, colocada entre o pavimento base e a superfície emissora do chão radiante, de modo a evitar a humidade por capilaridade.



Fig.2.4 - Colocação do filme de PE

Pode-se evitar a colocação deste filme quando:

- Não existir risco de humidade através da laje.
- O sistema de fixação dos tubos estabeleça uma barreira anti-humidade contínua. Isto acontece quando se utiliza a Lâmina Porta-tubos Uponor (ver figura 2.5).

É de salientar, que os painéis de isolamento em poliestireno expandido, plastificados ou não, não asseguram uma total estanquicidade à humidade. As zonas de união entre os painéis são zonas com

risco de humidade. Por isso, a colocação de painéis de isolamento não evita a barreira anti-humidade, pelo que o filme de polietileno é necessário, devido aos condicionamentos acima referidos.

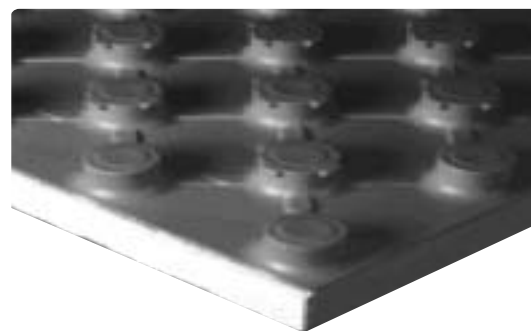


Fig.2.5 - Uponor Lâmina porta-tubos

Painel de isolamento

O isolamento térmico do sistema é imprescindível em qualquer instalação de aquecimento por chão radiante:

- Minimizam-se as perdas de calor, o que se traduz numa redução significativa no consumo de energia.
- Torna-se possível o controlo da temperatura ambiente de cada um dos locais.

Se o pavimento do local a aquecer já estiver isolado (por exemplo com a solução construtiva de lajes aligeiradas de abobadilha em poliestireno expandido, incluindo a protecção contra pontes térmicas com um coeficiente de transmissão térmica igual ou inferior a $1,25W/m^2°C$), então não será necessário colocar placas de isolamento.

No caso de pavimentos não isolados, a solução é colocar painéis moldados de poliestireno expandido como isolamento térmico. Todos os modelos de painéis moldados Uponor têm a missão de fixar os tubos emissores, guiando-os e facilitando o traçado dos circuitos e espaçamento entre tubos projectado.

Os painéis devem colocar-se sobre toda a área a aquecer de forma contínua.

Os modelos de painéis moldados Uponor de poliestireno expandido têm uma densidade nominal de $20 kg/m^3$, o que implica uma resistência máxima à compressão de 10 toneladas/ m^2 . A sua classificação relativamente ao fogo é M1 segundo a UNE 23.727.

Uponor Painel moldado para grampos

Dimensão 0,9 x 0,6 x 0,025 m. Permite distâncias entre tubos com múltiplos de 10 e 15 cm. O sistema de união entre os painéis realiza-se através de encaixes macho-fêmea incluídos nos mesmos. Este método de união evita que os painéis se separem uns dos outros criando assim pontes térmicas. A fixação dos tubos UPONOR wirsbo-evalPEX ao painel efectua-se através da pressão que cada encaixe exerce contra os tubos e nas curvas dos mesmos e com a ajuda de grampos especiais para painel de isolamento moldado. Ver Figura 2.6.

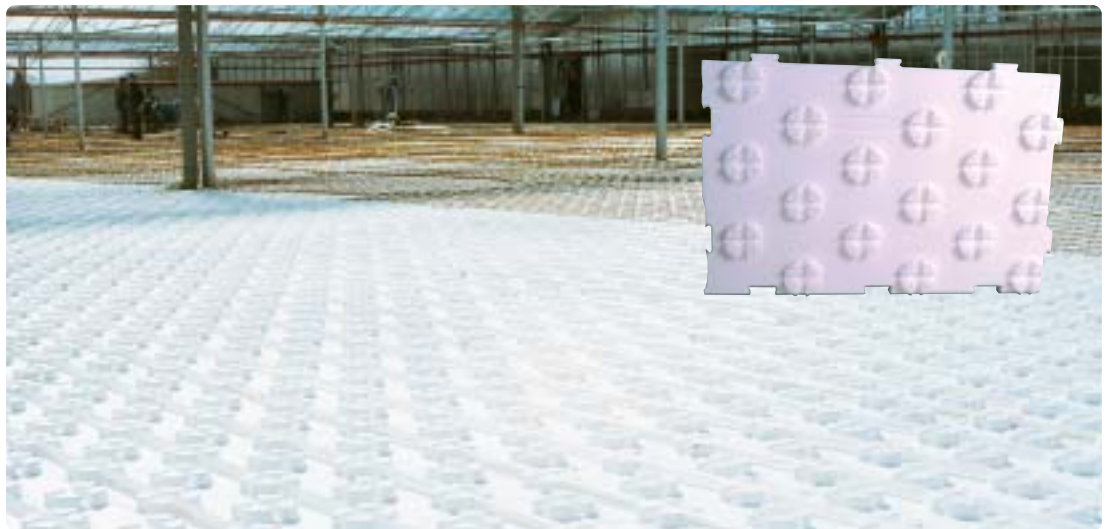


Fig.2.6 - Uponor Painel moldado com grampos

Uponor Painel de isolamento de pitons

Dimensões 0,96 x 0,65 x 0,020 m. Permite espaçamento entre tubos com múltiplos de 8 cm. Os painéis unem-se por sobreposição dos seus extremos. Os tubos fixam-se ao painel graças à pressão exercida pelos pitons. Ver Figura 2.7.

Uponor Painel moldado de pitons plastificado

É igual ao modelo anterior ao qual acresce um filme aderido à face superior do painel, o que lhe concede uma elevada resistência à deformação.

Uponor Lâmina porta-tubo

Dimensão 1450 x 850 mm (1,23 m²). Permite espaçamento entre tubos com múltiplos de 5 cm. Os painéis unem-se por sobreposição aos seus extremos. Possuem um isolamento de poliestireno de densidade 30 kg/m³ de 11 mm ou 33 mm de espessura, incorporando a lâmina porta-tubos, proporcionando assim uma excelente união dos mesmos e uma grande indeformabilidade.



Fig.2.7 - Uponor Painel moldado com pitons

Circuitos

A sua colocação deve realizar-se de acordo com um estudo técnico prévio. As directrizes básicas são as seguintes:

- O espaçamento entre os tubos e o diâmetro de tubo UPONOR wirsbo-evalPEX, devem manter-se constantes em toda a instalação.
- Os circuitos nunca se devem cruzar. Pelo que é necessário fazer previamente um plano de localização dos circuitos.
- Os pontos em que é evidente o risco de perfuração dos tubos emissores (por ex. os esgotos e fixação de louças sanitárias nas casas de banho) devem ser assinalados com antecedência. Ao colocar os circuitos, devem contornar-se as zonas adjacentes a esses pontos de risco.

Se por qualquer motivo, um circuito emissor do chão radiante for furado, este deverá ser substituído integralmente; não são permitidas uniões nos circuitos nos pavimentos.

- Deve prestar-se atenção à execução das curvas dos circuitos evitando vincar o tubo, para não reduzir a sua secção.
- Todo o processo de montagem dos circuitos realiza-se a frio. Não aquecer os tubos, para não destruir a camada de álcool etilo-vinil que os protege da difusão de oxigénio.
- A configuração dos circuitos deve ser, de forma a que os tubos de ida e retorno, estejam colocados a par em todos os tramos, para que desta maneira, a temperatura superficial do pavimento seja homogênea. Para isso recomenda-se os traçados em serpentina dupla ou em espiral. Deve-se prestar especial atenção em dirigir o caudal de impulsão até às paredes externas ou até outras áreas potencialmente frias.
- Deve-se iniciar o traçado dos circuitos do piso superior para depois fazer-se os circuitos dos pisos inferiores. Isto evita, que se pisem continuamente as superfícies já executadas e também outros riscos que lhe estão inerentes, como por exemplo o levantamento dos tubos da superfície de encaixe.

Para mais informação sobre os circuitos ver o capítulo 3.

A configuração de dupla serpentina consiste na colocação dos tubos de impulsão e retorno em paralelo. Esta configuração proporciona uma temperatura média uniforme.

Permite saltos térmicos maiores (10 °C) sem afectar a uniformidade da temperatura do chão.

A configuração em espiral é basicamente uma variante da configuração de dupla serpentina.

Tem como vantagem curvas menos pronunciadas, o que facilita a instalação sobretudo quando os tubos emissores são de maior diâmetro exterior.

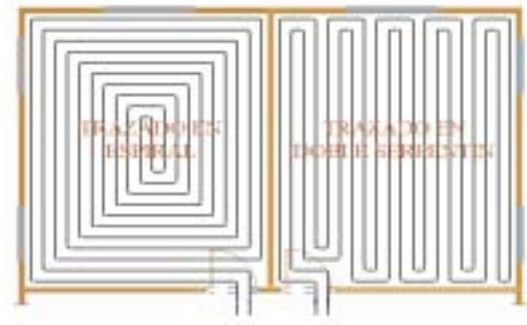


Fig.2.8 - Traçado de circuitos em espiral e dupla serpentina

Colector

Deve-se proceder à montagem dos Uponor colectores dentro da Uponor caixa metálica para colectores que tenham sido encastrados na parede (ver capítulo 4).

Posteriormente deve-se proceder à ligação dos tubos emissores UPONOR wirsbo-evalPEX ao colector.

A ligação é efectuada através de adaptadores apropriados Uponor para o diâmetro do tubo. Recomenda-se a utilização de curva-tubos para facilitar a instalação dos tubos no colector.

Enchimento da instalação e teste de estanquicidade

O processo de enchimento de água realiza-se através das válvulas de enchimento/drenagem que incorporam os colectores. Realiza-se circuito a circuito, abrindo apenas a válvula manual de um dos circuitos e fechando todos os outros assim como as válvulas de corte do colector. Seguindo esta rotina para cada um dos circuitos, assegura-se a eliminação das bolsas de ar na instalação facilitando o processo de arranque do sistema. O teste de estanquicidade deverá ser feito com a pressão de prova especificada na norma (1,5 vezes a pressão de trabalho como um mínimo de 6 bar). Não se aconselha a utilização de sistemas de enchimento automático da instalação com ligação directa à rede de abastecimento de água já que isto implica entrada contínua de oxigénio na água, cujo efeito é a excessiva oxigenação da água e da respectiva instalação e a conseqüente redução de vida desta.



Fig. 2.9 - Colocação da argamassa com o aditivo

Argamassa

Uma vez colocados os circuitos, coloca-se a argamassa sobre toda a superfície a aquecer. A espessura recomendável é de 5 cm medidos a partir da geratriz superior dos tubos. Espessuras maiores aumentam a inércia térmica do sistema, enquanto que espessuras menores reduzem a capacidade da camada de argamassa de resistir a esforços cortantes.

À água utilizada para fazer a mistura da argamassa (cimento, areia e água) deverá ser adicionado o Uponor Aditivo para argamassa. Este líquido confere um contacto perfeito entre a argamassa e os tubos emissores depois da camada de argamassa ter secado, evitando assim inclusões de ar que aumentariam a resistência térmica do sistema e dificultariam a transmissão de calor.

A proporção adequada para a mistura é a seguinte:

- 50 kg. de cimento (PZ 350F - DIN 1164).
- 220 kg. de areia.
- 16 litros de água para amassar (aprox.).
- 0,3 kg. de Uponor Aditivo

A argamassa deve ser colocada no sentido longitudinal ao traçado dos tubos.

O enchimento de cada compartimento deve ser realizado de uma só vez, conseguindo assim uma regularização total de todo o pavimento.

Deve iniciar-se o enchimento do piso imediatamente após ter concluído a colocação dos circuitos, do enchimento e respectiva prova de estanquicidade. Assim evita-se a deformação do isolamento e dos tubos devido ao contínuo pisar e/ou passagem de equipamento alheios à instalação. Neste sentido deve-se iniciar a

colocação da argamassa no piso superior (piso no qual deve ter acabado primeiro a colocação dos circuitos), para posteriormente, passar de imediato aos pisos inferiores.

Antes da colocação do pavimento final deve-se assegurar que a argamassa do chão esteja completamente seca.

Montantes e tubos de distribuição.

São os circuitos que, a partir da casa das máquinas, alimentam os colectores distribuidores de aquecimento por chão radiante. Instalam-se por meio de tubos UPONOR wirsbo-evalPEX.

Os acessórios necessários para realizar a instalação de montantes e tubos de distribuição UPONOR wirsbo-evalPEX são joelhos, tês, uniões de ligação a colectores (1"), à caldeira e ao grupo de impulsão. Este tipo de acessórios corresponde aos sistemas UPONOR Quick & Easy para acessórios de dimensões até 63, inclusive e acessórios UPONOR Grandes dimensões bronze para acessórios de dimensões de 75 até 110, ambos inclusive.

No caso de habitações unifamiliares, a distribuição é feita através de uma única coluna montante ascendente/descendente com derivações em "T" para os colectores distribuidores de chão radiante. No caso de construção em altura ou edifícios de uso público de grande superfície aquecida, pode optar-se por uma ou várias colunas montantes ascendentes/descendentes, para cada piso, todas elas ligadas por um colector geral situado na casa das máquinas.

Em ambos os sistemas de distribuição, recomenda-se a colocação de válvulas balanceadoras antes do colector quando o número de colectores for maior do que um.



Montantes e tubos de distribuição.

Sempre que a água de saída da fonte de calor (caldeira nos casos mais habituais) tenha uma temperatura superior à do cálculo da instalação de chão radiante deve ser instalado à saída da fonte térmica, um grupo de impulsão. Este proporciona o caudal de água necessário à temperatura precisa para o funcionamento correcto da instalação através da mistura de água da fonte de calor e água de retorno do chão radiante na válvula misturadora.

Depois de instalado o grupo, deve comprovar se a temperatura de impulsão corresponde ao valor calculado no estudo técnico feito previamente.

Deve seleccionar-se a bomba adequada ao caudal e perda de carga obtidos no estudo técnico. De acordo com isto tem que se comprovar que o retorno é 10°C inferior à impulsão.

Pode optar-se por dois tipos de grupos de impulsão:

- Uponor Grupo de impulsão, no qual a temperatura de impulsão é fixada no grupo.
- Uponor Grupo de impulsão com central de regulação; a temperatura de impulsão é determinada por um sistema de compensação de temperatura exterior, composto de central de regulação, sondas de impulsão, exterior e ambiente e motor térmico que actua sobre a válvula de 2 vias.

Para mais informação sobre Uponor Grupos de impulsão ver capítulo 7.

Deve-se seleccionar uma fonte de calor de acordo com a potência útil calculada no estudo técnico. Esta fonte de calor pode ser uma caldeira (alimentada por qualquer tipo de combustível ou com alimentação eléctrica), bomba de calor com saída de água no secundário, painel de captação solar, etc..

É possível a combinação de um sistema de aquecimento por chão radiante com um de aquecimento por radiadores utilizando a mesma fonte de calor. Para isso, à saída da fonte de calor (impulsão e retorno), deve realizar-se uma derivação através de um Tê. A partir deste Tê, um ramal alimentará a instalação de radiadores enquanto que o outro ramal ligar-se-á ao grupo de impulsão do chão radiante. Desta forma teremos as ramificações alimentadas com bombas diferentes e com temperaturas de impulsão diferentes, respondendo, a todo o momento, às respectivas necessidades térmicas.

Regulação da temperatura ambiente.

A instalação do sistema de regulação da temperatura ambiente, tem por missão o controlo das temperaturas interiores de conforto requeridas pelo utilizador em cada um dos espaços habitados. A instalação começa pela selecção da voltagem (220 V ou 24 V) de alimentação dos termostatos e cabeças electrotérmicas.

Posteriormente apertam-se as cabeças electrotérmicas (em número igual aos circuitos da instalação e com a voltagem seleccionada) sobre as válvulas manuais dos colectores de retorno.

Seguidamente instalam-se os termostatos, um por cada zona que se deseje controlar a temperatura de forma independente, a uma altura de 1,5 m e afastados de portas, escadas e elementos geradores de calor ou frio. Os termostatos devem ter a mesma voltagem que as cabeças electrotérmicas.

O tipo de regulação escolhida, instala-se dentro de cada caixa de colectores:

- Módulo de regulação (sistema Uponor Genius) com alimentação a 220 V e saída com a voltagem seleccionada.
- Caixa de terminais Uponor Comfort System com alimentação a 220 V e saída com a voltagem seleccionada.

Se optou pelo sistema Uponor Genius será instalado fora da caixa de colectores (1 por colector) um Módulo de controlo Uponor Genius encastrado na parede.

Proceder-se-á à ligação eléctrica:

- Entre as cabeças e o Módulo de regulação (sistema Uponor Genius) ou Caixa de ligações (sistema Uponor Comfort System).
- Entre termóstatos e a Caixa de terminais (Uponor Comfort System).
- Entre o Módulo de regulação e a bomba (Uponor Genius) ou, entre a Caixa de terminais com controlo de bomba e a bomba (Uponor Comfort System).

Se optou pelo Uponor Genius deverá, ainda, ligar o Módulo de regulação ao Módulo de controlo. Posteriormente, tem que se programar cada um dos termostatos segundo as instruções que vêm incluídas juntamente com o equipamento.

Para mais informação sobre a regulação Uponor Genius e Uponor Comfort System consultar os capítulos 5 e 6.

Arranque da instalação

Balanceamento dos circuitos

De acordo com os cálculos técnicos relativo ao caudal e perda de carga em cada circuito realizar-se-á o balanceamento de todos os circuitos da instalação. Para isso terá que se entrar no gráfico de balanceamento (anexos) com os valores do caudal e perda de carga de cada circuito, girando manualmente o respectivo detentor de cada circuito até ao valor correspondente obtido no gráfico.

- **Equilíbrio da válvula de balanceamento do grupo de impulsão (anexos)**

- **Colocação em funcionamento da fonte de calor e da bomba circuladora**

- **Teste da instalação**

Realizam-se uma série de comprovações para assegurar o correcto funcionamento da instalação. As mais comuns são:

- Água circulante sem bolhas de ar
Se algum dos circuitos retorna frio e na área que devia estar aquecida não se obtêm a temperatura ambiente desejada e além disso ouvem-se ruídos na circulação da água, é possível que este circuito tenha bolhas de ar que dificultem a circulação da água. A sua solução é fechar as válvulas de todos os circuitos, excepto a do circuito em questão, e colocar a bomba em funcionamento à máxima velocidade durante um período de 1 hora. Deste modo facilitaremos o arrastamento das bolhas de ar e a sua expulsão através dos purgadores automáticos.
- Diferencial térmico entre a ida e o retorno no colector = 10°C, medido nos termómetros incorporados nos colectores de impulsão e retorno.
Se o diferencial térmico é maior significa que a velocidade da bomba é insuficiente: Aumentar a velocidade da bomba (seleccionar uma velocidade maior ou substituir a bomba por outra de maior potência). Se for menor significa que a velocidade da bomba é excessiva: Diminuir a velocidade da bomba (seleccionar uma velocidade menor ou substituir a bomba por outra de menor potência, ou instalar uma válvula extra no tubo de retorno que aumente a perda de carga do sistema).
- Temperatura de retorno idêntica em todos os circuitos de um mesmo colector.
Se a temperatura de retorno de algum dos

circuitos é menor ou maior que a dos restantes significa que o balanceamento desse circuito não é o correcto. Reequilibrar os circuitos ou abrir uma posição nos detentores dos circuitos com uma temperatura de retorno baixa e fechar uma posição nos detentores dos circuitos com uma temperatura de retorno superior. Repetir esta rotina até que a temperatura de retorno seja idêntica em todos os circuitos.

- As válvulas de fecho dos circuitos funcionam incorrectamente.

Se os termóstatos deixarem de enviar sinal, as cabeças electrotérmicas devem fechar completamente. Se se confirmar que decorridos 15 minutos, continua a circular água por algum circuito, significa que não fechou correctamente.

Verificar, se a cabeça foi apertada completamente até ao final de cada actuador do colector de retorno.

Verificar se nem a rosca fêmea nem a macho, possuem sujidade ou incrustações.

Ainda assim, ao receberem sinal, as hastes das cabeças, por parte dos termóstatos, devem subir. Se após 15 minutos de contínuo envio de sinal dos termóstatos, se alguma das hastes não ascendeu à mesma cota que os outros, tem que se rever a ligação do termóstato emissor e comprovar que este está a enviar corrente às cabeças (no caso de termóstatos, transmissores Uponor Genius, verificar no ecrã, se a recepção do sinal é correcta e se chega corrente eléctrica às cabeças).

- Temperatura confortável em todos os compartimentos.

Passado o período de tempo necessário para o aquecimento do pavimento de todos os compartimentos, estes alcançarão a temperatura ideal de conforto programada para cada um deles. Se algum compartimento não atingir a referida temperatura de conforto e se os pontos anteriores já tiverem sido verificados, rever a posição do termostato. Verificar se não foi colocado próximo das portas, ou de outras superfícies potencialmente frias que alterem a sua medida; ou pelo contrário, verificar se não foi colocado próximo de um emissor de calor.

2.3. Sistema Uponor com difusores.

Aplica-se em particular nos pavimentos de soalho de madeira sobre ripas.

O facto de existir caixa de ar entre a superfície superior da argamassa e o pavimento de madeira impossibilita a utilização do sistema tradicional Uponor de aquecimento por chão radiante.

O sistema baseia-se na montagem de uma superfície de alumínio (difusores) colocada sobre as ripas de madeira debaixo do soalho. Os difusores transmitem homogeneamente ao soalho o calor emitido pelos circuitos. Os circuitos por sua vez estão encaixados nos difusores.

A colocação do ripado deve realizar-se em primeiro lugar, procurando uma correcta fixação à laje e um perfeito nivelamento da sua superfície superior. Devem-se colocar as ripas (de centro a centro) a uma distância de 30 cm. A altura mínima das ripas deverá ser de 30 mm. Entre o extremo de cada ripa e a parede deve existir uma distância mínima de 20 cm para permitir a elaboração da curva dos tubos. Com a finalidade de evitar que o soalho de madeira levante nos extremos junto às paredes devem colocar-se duas filas de ripas, uma em cada parede, perpendicular ao sentido do ripado de forma a servirem de base na extremidade do soalho.

O isolamento térmico do sistema realiza-se colocando mantas de lã vidro ou de poliuretano entre as filas de ripas.

Com o chão já com ripas e isolado procede-se à fixação dos difusores de alumínio às ripas de modo a que cada difusor (de dimensões 1,15x0,185m) esteja cravado às respectivas ripas, para assegurar um apoio correcto. Não prolongar as filas dos difusores até ao limite das paredes perpendiculares a estes, de forma a ser possível o curvamento dos tubos.

O tubo a utilizar neste sistema é o UPONOR wirsbo-evalPEX 20x1,9. Os circuitos colocam-se inserindo-os numa das aberturas existentes nos difusores que foram desenvolvidos para este efeito. Sempre que exista espaço suficiente, executar circuitos em dupla serpentina; em casos de espaços muito reduzidos, onde a dupla serpentina seja impossível, os circuitos executam-se em serpentina simples.

Depois de elaborados os circuitos, colocar o filme de polietileno que evitará a passagem de humidade vinda do pavimento à madeira, e finalmente colocar-se-á o soalho de madeira pregado aos difusores e às ripas através da sua superfície de contacto. Evitar a colocação de madeira com teores de humidade que não esteja de acordo com a norma.



Componentes do sistema:

Componente	Nome Uponor	Código	Ud.	Crítérios
Tubo emissor	UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0	110301700	m	Superfície aquecida dividida pelo espaçamento entre tubos (em m).
Difusor	Uponor Difusor de alumínio	80113	Ud.	Superfície aquecida dividida por 0,327 m
Curva-tubo	Uponor Curvatubo 17	20189026	Ud.	Dobro do número de circuitos
Colector distribuidor ida /retorno	Uponor Kit colector básico	801201	Ud.	Mínimo 1 por piso. Máximo 12 circuitos por colector.
	Uponor Conjunto básico	801221	Ud.	Número de circuitos menos 2.
Adaptador	Uponor Adaptador tradicional	302028	Ud.	Dobro do número de circuitos.
Caixa de ligações	- Uponor Caixa metálica para colectores de 2 a 4 saídas	880000204	Ud.	Número de colectores de 2 a 4 saídas.
	- Uponor Caixa metálica para colectores de 5 a 7 saídas	880000507	Ud.	Número de colectores de 5 a 7 saídas.
	- Uponor Caixa metálica para colectores de 8 a 12 saídas	880000812	Ud.	Número de colectores de 8 a 12 saídas.
Cabeça	Uponor Cabeças electrotérmicas 220 V	78594	Ud.	Número total de circuitos.
Unidade de Regulação	- Uponor Caixa de ligações Co. Sy. 220V c/ controlo de bomba	3020104	Ud.	Mínimo 1 por cada caixa de colectores. Máximo 1 por cada 6 termostatos.
	- Unidad base Uponor Genius 220V	302016	Ud.	1 por cada caixa de colectores.
Termóstato	- Termostato básico Uponor Comfort System 220V	3020109	Ud.	Número de zonas de regulação térmica independente.
	- Termostato transmissor Uponor Genius	302017	Ud.	Número de zonas de regulação térmica independente.
Grupo de impulsão	Uponor Grupo de impulsão - Grupo 22N	125012	Ud.	1 por instalação.
	Uponor Grupo de impulsão - Grupo 45N	125016	Ud.	1 por instalação.
	Uponor Grupo impulsão - Grupo 22N com central de regulação	125112	Ud.	1 por instalação.
	Uponor Grupo impulsão - Grupo 45N com central de regulação	125116	Ud.	1 por instalação.

Uponor Difusor de alumínio 280 mm para UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0

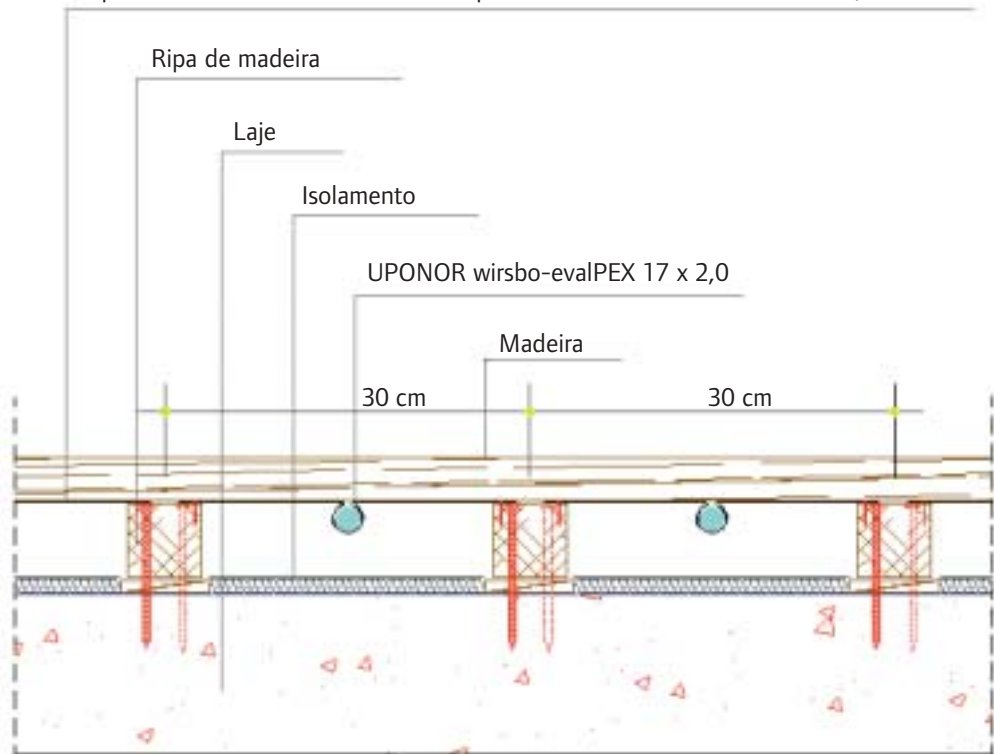


Fig. 2.10 - Esquema da superfície emissora de um sistema UPONOR de chão radiante com difusores.



Fig. 2.11 - Ripas de madeira, isolamento e difusores.



Fig. 2.12 - Traçado de circuitos



Fig. 2.13 - Pormenor da camada emissora

2.4. Sistema Uponor para renovação.

Aplica-se nos casos em que existe uma altura disponível limitada ou quando a estrutura do edifício não permite uma sobrecarga de peso sobre as lajes do edifício. Estas limitações, que podem tornar inviável a instalação de um sistema de aquecimento por chão radiante tradicional, são resolvidas com os sistemas Uponor para renovação, cujas características fundamentais são a sua reduzida espessura necessária para colocação e o seu reduzido peso.

Os casos onde podem ocorrer este tipo de limitações são:

- Renovação do sistema de aquecimento. Quando se procede a uma renovação de uma habitação e se questiona a possibilidade de colocar aquecimento por chão radiante no espaço renovado, surge a limitação da altura do chão disponível (redução da altura habitável).

- Apartamentos. Nestes casos podem dar-se limitações de pé direito disponível e de peso (ocorrem quando se projectou o edifício, sem se ter previsto a instalação de aquecimento por chão radiante). Há dois tipos de sistemas UPONOR wirsbo-evalPEX para renovação: com difusores e com calhas de fixação:



Fig. 2.14 - Sistema para renovação com difusores



Fig. 2.15 - Sistema UPONOR para renovação com canaletas

Sistema UPONOR para renovação com difusores

A espessura da camada emissora é de 1,5 cm. Sobre o chão existente colocam-se os painéis de renovação de poliestireno expandido, de densidade 40 kg/m³, dimensão 925x925x25 mm e afastamento entre tubos com múltiplos de 18,5 mm.

Sobre os painéis de renovação são colocados os difusores de alumínio 17, nos baixos relevos.

Por último executam-se os circuitos UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0 com uma distância entre tubos com 18,5mm. Recomenda-se, circuitos de comprimento inferior a 60 m para não provocar perdas de carga excessivas.

Finalizada a montagem da camada emissora,

coloca-se o pavimento, utilizando como sistema de fixação à camada emissora o sistema habitual para o pavimento escolhido.

Sistema UPONOR para renovação com canaletas

A espessura da camada emissora é 4,5 cm, se o pavimento já possui isolamento prévio; caso contrário, deve-se juntar a espessura do painel liso de poliestireno expandido a colocar sob os canaletas. Este sistema constrói-se com uma camada de argamassa pelo que, como passo prévio deve colocar-se nos perímetros de todas as áreas a aquecer a fita de isolamento de bordos, para que absorva as dilatações inerentes ao aquecimento da betonilha.

Sobre o chão existente (ou sobre o painel liso no caso de este ser necessário), colocam-se filas de canaletas de 0,5 m de comprimento, com uma separação entre filas de aproximadamente 1 m. As calhas de fixação 12 encaixam-se, para formar filas contínuas de fixação de tubos.

Os circuitos UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8 e 20x1,9 executam-se, fixando aos canaletas, em espiral ou dupla serpentina. Recomenda-se circuitos de comprimento inferior a 60 m de forma a não provocar perdas de carga excessivas.

Por último, coloca-se uma camada de argamassa

de 3 cm sobre a geratriz superior dos tubos emissores. À mistura da argamassa deve-se adicionar o aditivo para argamassa.

Depois da betonilha secar completamente, coloca-se o pavimento.

Nos dois sistemas, nas superfícies com potencial risco para humidades deverá ser colocado um filme de polietileno Uponor como barreira anti-humidade.

Componentes dos dois sistemas:

Sistema UPONOR para renovação com difusores

Componente	Nome Uponor	Código	Ud.	Critérios
Filme anti-humidade	Uponor Filme polietileno	350000007	m ²	Superfície de chão base con risco de humidades
Painel isolante	Uponor Painel de Renovação	3020136	Ud.	Superfície aquecida dividida por 0,85 m ²
Difusor	Uponor Difusor de aluminio 17	80113	Ud.	Superfície aquecida dividida por 0,327 m ²

Sistema UPONOR para renovação con canaletas

Componente	Nome Uponor	Código	Ud.	Critérios
Filme anti-humidade	Uponor Filme polietileno	350000007	m ²	Superfície de chão base con risco de humidades
Fita de isolamento de bordos	Uponor Fita de isolamento de bordos	350000002	m	Soma de todos os perímetros dos locais a aquecer
Canalete	Uponor Canaletes	410080126	Ud.	Dobro da superfície aquecida
Aditivo para argamassa	Uponor Aditivo para argamassa	350000010	kg	Superfície a aquecer dividida por 16,6 (supondo uma espessura de argamassa de 3 cm).

Componentes para ambos os sistemas de renovação

Componente	Nome Uponor	Código	Ud.	Critérios
Tubos emissores	UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0	110301700	m	Superfície aquecida com separação entre tubos por (0,125 m).
Colector distribuidor ida/retorno	Uponor Kit colector básico	801201	Ud.	Mínimo 1 por piso. Máximo 12 circuitos por colector.
	Uponor Conjunto básico	801221	Ud.	Número de circuitos menos 2.

Componente	Nome Uponor	Código	Ud.	Critérios
Adaptador	Uponor Adaptador 17x2,0	302028	Ud.	Dobro do número de circuitos.
Caixa de colectores	- Uponor Caixa metálica para colectores de 2 a 4 saídas	880000204	Ud.	Número de colectores de 2 a 4 saídas.
	- Uponor Caixa metálica para colectores de 5 a 7 saídas	880000507	Ud.	Número de colectores de 5 a 7 saídas.
	- Uponor Caixa metálica para colectores de 8 a 12 saídas	880000812	Ud.	Número de colectores de 8 a 12 saídas.
Cabeça	Uponor Cabeça electrotérmica 220 V	78594	Ud.	Número total de circuitos.
Unidade de regulação	- Caixa de ligações Uponor Co. Sy. 220V c/ controlo de bomba	3020106	Ud.	Mínimo 1 por cada caixa de colectores. Máximo 1 por cada 6 termostatos.
	- Unidad base Uponor Genius 220V	302016	Ud.	1 por cada caixa de colectores.
Termóstato	- Termostato básico Uponor Comfort System 220V	3020109	Ud.	Número de zonas de regulação térmica independente.
	- Termostato transmissor Uponor Genius	302017	Ud.	Número de zonas de regulação térmica independente.
Grupo de impulsão	Uponor Grupo de impulsão - Grupo 25N	125012	Ud.	1 por instalação.
	Uponor Grupo de impulsão - Grupo 45N	125016	Ud.	1 por instalação.
	Uponor Grupo impulsão - Grupo 22N com central de regulação	125112	Ud.	1 por instalação.
	Uponor Grupo impulsão - Grupo 45N com central de regulação	125116	Ud.	1 por instalação.

Sistema UPONOR para renovação com difusores



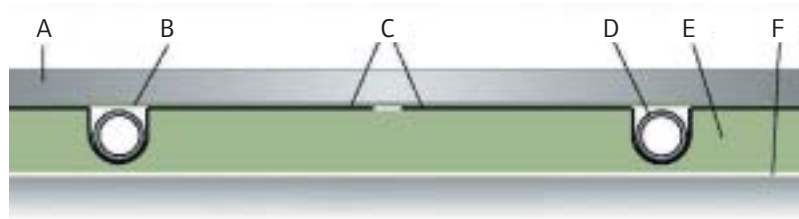
Fig.2.16 - Uponor Placa guia 12



Fig.2.17 - Uponor Difusores



Fig.2.18 - UPONOR wirsbo-evalPEX



- A - Pavimento
- B - Uponor Filme de polietileno (opcional)
- C - Uponor Difusor 17
- D - UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0 (c/c 18,5 cm)
- E - Uponor Placa guía
- F - Laje ou chão existente

Fig.2.19 - Sección constructiva

Sistema UPONOR para renovação com canaletas



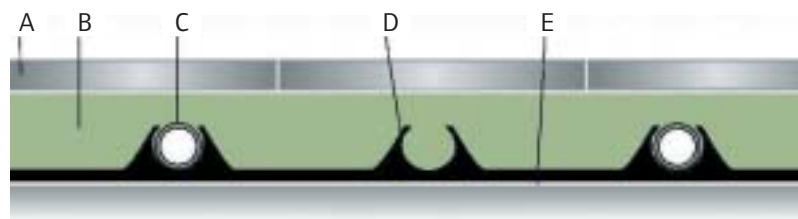
Fig.2.20 - Uponor Fita de isolamento de bordos



Fig.2.21 - Uponor Caneletes



Fig.2.22 - UPONOR wirsbo-evalPEX



- A - Pavimento
- B - Argamassa (3 cm sobre tubos)
- C - UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8; 17x2,0 ou 20x1,9
- D - Uponor Caneletes
- E - Uponor Filme de polietileno (opcional)

3. Tubos emissores UPONOR wirsbo-evalPEX

Especialmente desenvolvidos para os sistemas de aquecimento por chão radiante Uponor.

São tubos de polietileno reticulado pelo método Engel, com barreira anti-difusão de oxigênio. Aplicam-se tanto como tubos emissores (UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2,0 ou 20x1,9) como em colunas montantes e tubos de distribuição (UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,3 até UPONOR wirsbo-evalPEX 110 x 10).



Fig.3.1 - UPONOR wirsbo-evalPEX. Estanque ao oxigênio

3.1. Características. Estanquicidade ao oxigênio

Nos tubos plásticos convencionais utilizados nas aplicações de condução de água quente em circuitos fechados, as moléculas de oxigênio do ar penetram através da parede dos tubos, pois ao aumentar a temperatura, o espaço inter-molecular dos tubos tende a ser maior que a molécula de oxigênio.

Este fenómeno origina uma permanente oxigenação da água e a consequente oxidação continuada das partes metálicas da instalação, reduzindo a sua durabilidade. Esta redução da vida útil deve-se tanto à perda de materiais metálicos da instalação, como à obstrução de tubagens originada pela deposição de óxidos.

A barreira antidifusão de oxigênio presente nos tubos UPONOR Wirsbo-evalPEX evita estes problemas uma vez que reduz drasticamente a infiltração extra de oxigênio no caudal da água. Esta barreira consiste numa fina película de álcool etilo-vinil aplicada no tubo base de Pex, durante o processo de fabrico.

Outra característica dos tubos UPONOR

wirsbo-evalPEX é a reticulação da sua cadeia polimérica, conforme o processo Engel. A reticulação define-se como um processo que modifica a estrutura das cadeias de polímeros de forma que estas se unam umas às outras, formando uma rede tridimensional por meio de ligações químicas. Este processo confere aos tubos uma alta resistência térmica em condições de pressão elevada.

Como consequência, estes tubos reúnem as características excepcionais dos tubos de polietileno Reticulado UPONOR wirsbo-Pex e propriedades particulares para a distribuição de água quente em circuitos fechados conferidas pela barreira antidifusão de oxigênio.

Os tubos Uponor Wirsbo-evalPEX são fabricados de acordo com as normas UNE-EN ISO 15875 e cumprem as exigências da barreira antidifusão de oxigênio que é estabelecida pela norma EN 1264-4.

As características especiais dos tubos Uponor Wirsbo-evalPEX oferecem as seguintes vantagens:

- Estanquicidade ao oxigênio. Aumento da durabilidade da instalação.
- Alta resistência à erosão. Permite velocidades de impulsão muito elevadas.
- Não se oxidam nem se deterioram por contacto com argamassa, betão, aditivos para argamassa, nem com qualquer outro elemento construtivo.
- As forças de expansão são muito baixas. Não existem riscos de fissuras na laje de argamassa.
- Baixo coeficiente de fricção. Perda de carga reduzida.
- Peso muito reduzido: 1 Rolo de 200 m. de UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8 pesa 17,6 kg.
- Flexibilidade e fornecimento em rolo: Facilidade de instalação e transporte.
- Instalação sem ferramentas específicas: não se requer investimento em ferramentas especiais.
- Marcação do rolo metro a metro. A informação marcada é a seguinte:
 - Nome do produto.
 - Dimensões.
 - Designação do material especificando o tipo de reticulação.
 - Norma, de acordo com a qual se fabrica: UNE-EN ISO 15875
 - Lote da máquina e data de fabrico.

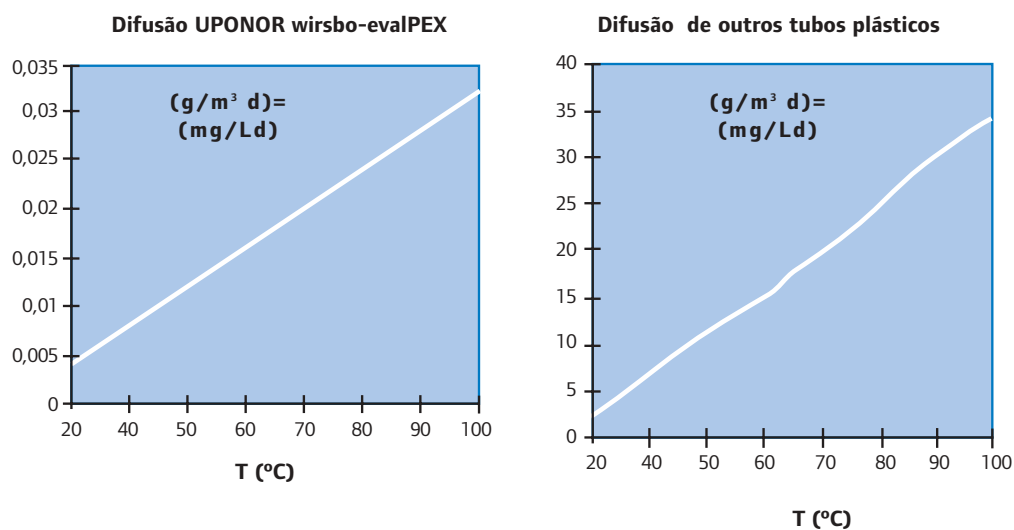


Fig.3.2 - Difusão de oxigênio através de tubos plásticos

3.2. Instalação dos circuitos emissores Uponor

Dimensão dos tubos e espaçamento entre tubos

Segundo o sistema tradicional, os circuitos emissores instalam-se com tubos UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, 17x2 ou 20x1,9. Caso se instale segundo o sistema com difusores, os tubos emissores a utilizar são UPONOR wirsbo-evalPEX 20x1,9. Nos sistemas para renovação utiliza-se UPONOR wirsbo-evalPEX 17x2,0.

O espaçamento entre tubos e circuitos emissores é de 15, 16, 20 ou 24 cm (habitualmente 20 cm) no caso de se tratar de um sistema tradicional. O sistema com difusores impõe uma distância entre tubos de 30 cm. Os sistemas para renovação determinam uma separação de tubos de 30 cm. Em todos os sistemas Uponor para aquecimento por chão radiante o tipo de tubo emissor e o espaçamento entre tubos são factores de projecto que permanecem constantes ao longo de toda a instalação.

Traçado e instalação de circuitos

O traçado dos circuitos aconselhado é em dupla serpentina ou espiral. Segundo estas configurações, os tubos de ida e de retorno são sempre contíguos, além disso os tubos mais quentes estão sempre próximos dos mais frios. Estes projectos asseguram uma homogeneização da emissão térmica.

A dupla serpentina é recomendável especialmente para locais cujo piso possua uma forma geométrica complexa.

A configuração em espiral é recomendada para locais a aquecer que tenham a forma geométrica simples; tem como vantagem, curvas menos pronunciadas o que facilita a instalação. A instalação dos circuitos, pode-se realizar desenrolando manualmente os rolos, ou de uma forma muito mais rápida, utilizando um desbobinador.



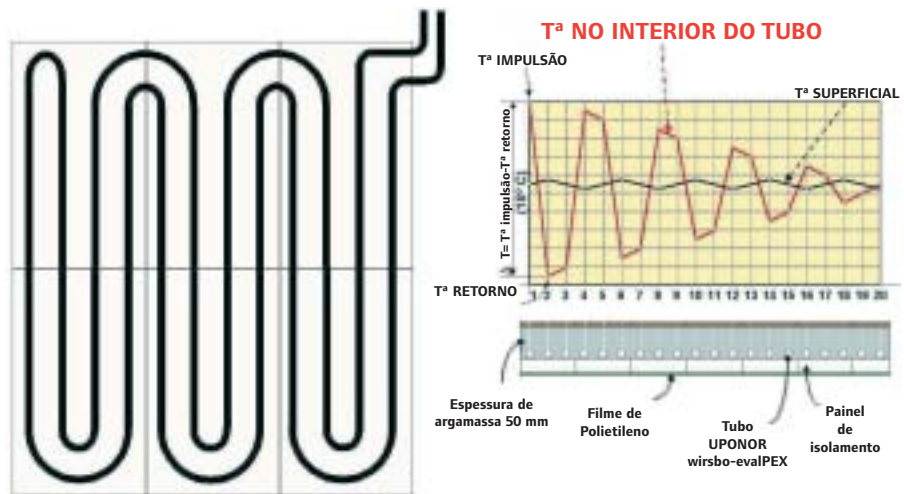


Fig.3.3 - Configuração de traçado em dupla serpentina

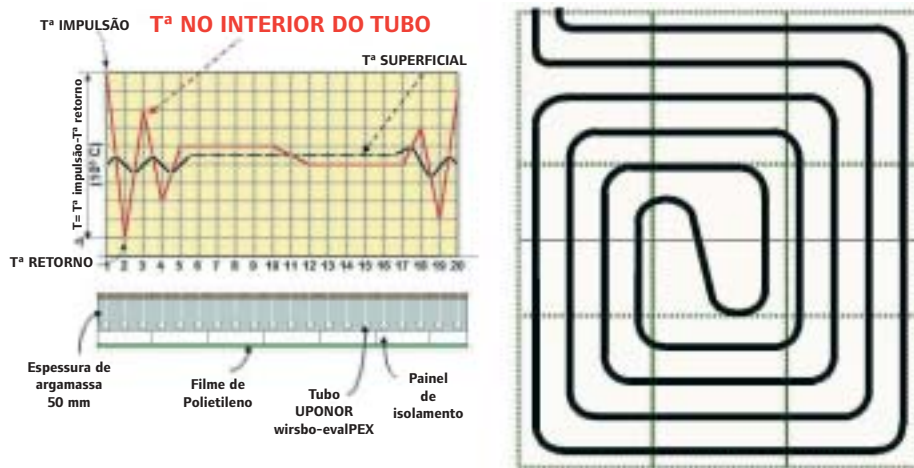


Fig.3.4 - Configuração em espiral

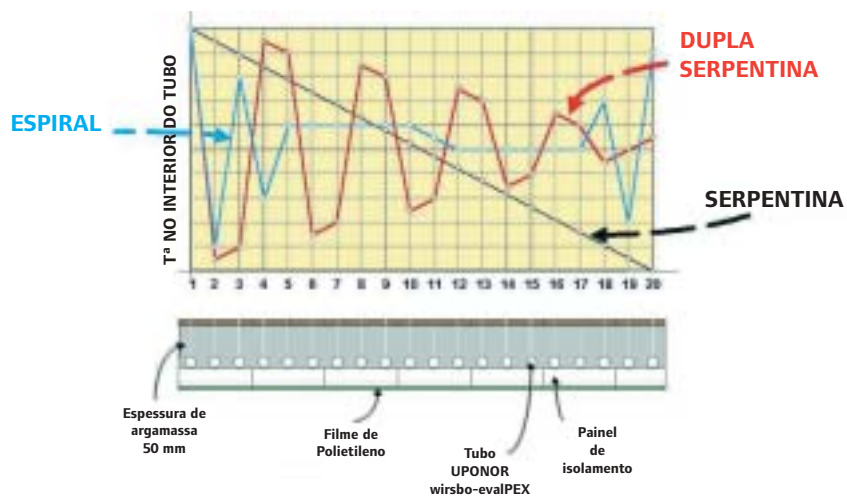


Fig.3.5 - Comparação entre espiral, dupla serpentina e serpentina simples

4. Uponor Colectores

Os colectores distribuidores para chão radiante UPONOR Quick & Easy são fabricados em polisulfone, um material plástico que devido ao seu baixo peso adiciona uma elevada resistência mecânica inclusivamente a elevadas temperaturas. A montagem de cada colector realiza-se por meio da junção de um Uponor Kit colector básico (de 2 saídas) aos Uponor Conjuntos básicos (1 saída) necessários para completar o número desejado de saídas do colector. Por exemplo, para um colector ida/retorno de 7 saídas, é necessário um Kit

colector básico, mais 5 conjuntos básicos.

Cada Kit colector básico deverá ter os seguintes elementos necessários para o seu bom funcionamento: 2 válvulas de corte 1", 2 termómetros, 2 purgadores automáticos, 1 válvula de enchimento, 1 válvula de corte, 2 Uponor módulos básicos, 2 tampões, 2 suportes e 4 Uponor adaptadores (Ø16, Ø17 ou Ø20).

4.1. Características

Estabilidade química

Devido à natureza do material com que são fabricados, a polisulfone, os colectores estão livres tanto de oxidações como de corrosões.

As características da polisulfone permitem temperaturas pontuais até 95°C e uma pressão de trabalho de 6 bar.

O cloro é um elemento de presença habitual na água das instalações de aquecimento.

Muitos termoplásticos são susceptíveis de corrosão face a altas concentrações de cloro na água após longos períodos de exposição; este efeito agrava-se ao aumentar-se a temperatura da água. Testes realizados em provetes de polisulfone, com água a 60°C e conteúdo de cloro constante de 2 ppm., revelaram uma perda de material de 0% para um período de ensaio estipulado de 20 anos.



Fig.4.1 - Kit colector básico



Fig.4.2 - Conjunto básico



Fig.4.3 - Detentor

Colectores modulares.

A modularidade dos colectores implica numa grande redução dos custos de armazenamento.

Já não é necessário armazenar colectores com todas as saídas possíveis, uma vez que agora o armazenamento reduz-se ao Uponor Kit colectores básicos mais conjuntos básicos.

Assim sendo, esta característica facilita o acrescentar ou eliminar saídas do colector quando este já esteja instalado. Para acrescentar uma saída a um colector já instalado, terá que se juntar apenas um conjunto básico ao colector já existente.

O corpo dos módulos possui um espaço preparado para identificar o circuito à saída correspondente.

Baixo peso.

O seu baixo peso proporciona uma grande vantagem relativamente aos colectores metálicos tradicionais: maior comodidade de manipulação.

Equilíbrio hidráulico.

Os colectores de impulsão possuem acoplados detentores, um por circuito, com o fim de efectuar o equilíbrio hidráulico da instalação durante o seu funcionamento.

Os detentores permitem a selecção de 13 posições (de 0 até 12). Para seleccionar uma posição de detentor, deve-se girar o manípulo até à marca amarela. O valor da posição é determinado pelo caudal e a perda de carga do circuito de acordo com o gráfico da figura 4.4.

Verificar através do gráfico caudal e a perda de carga de cada circuito, para obter o número de equilíbrio correspondente. Depois girar o manípulo do retentor até que a marca amarela coincida com o número seleccionado.

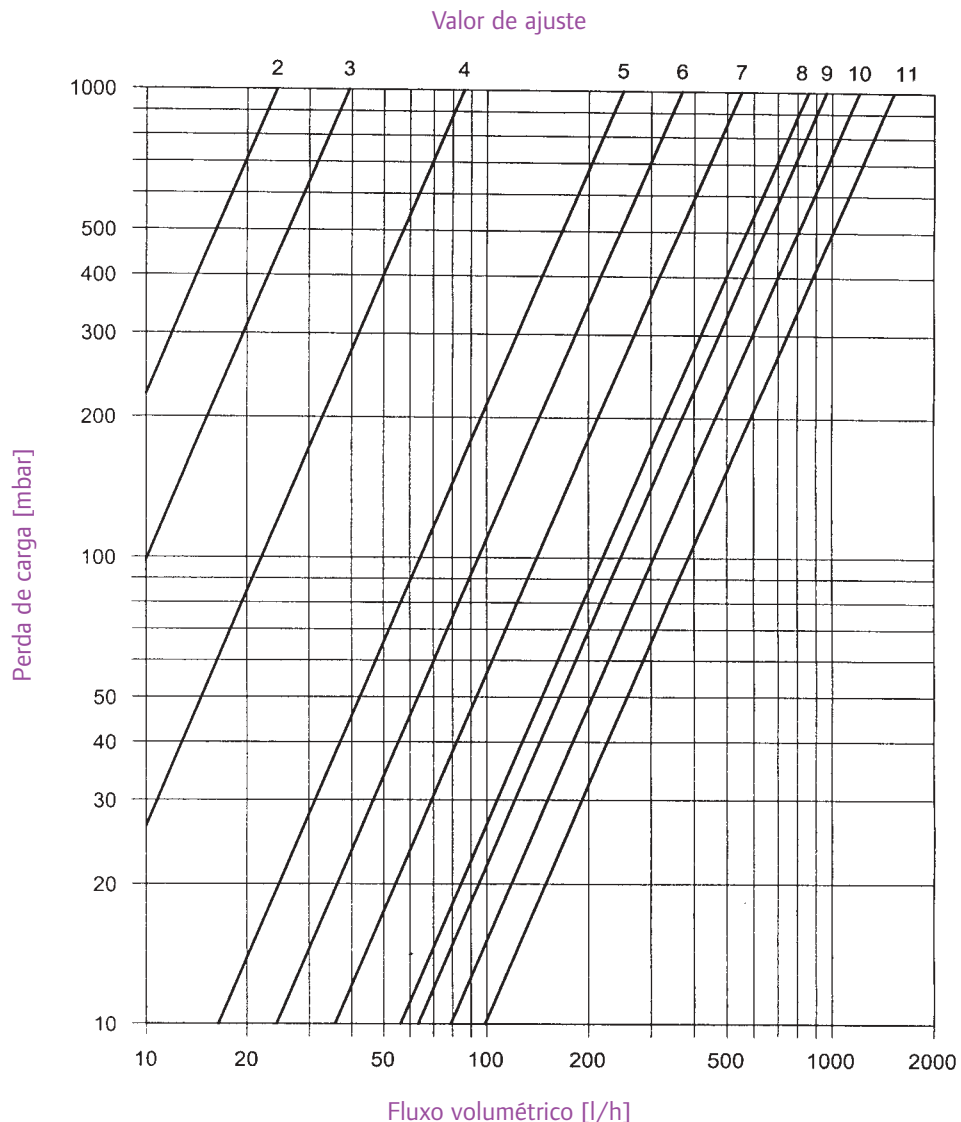


Fig.4.4 - Gráfico de equilíbrio hidráulico - Colector UPONOR Quick & Easy

4.2. Montagem

Montagem dos colectores

O processo de montagem do colector é muito simples e consiste no acoplamento dos módulos até formar o número de saídas desejado.

Não utilize ferramentas metálicas, mas principalmente não utilize nenhum elemento vedante para uniões que contenha teflon ou similar.

A união entre módulos tem um fim de curso. Não forçar o aperto entre os módulos para além desse fim de curso. O colector de impulsão situa-se na parte superior e contém os detentores.

O colector de retorno situa-se na parte inferior e contém as válvulas de corte manuais.

É muito importante certificar que os purgadores automáticos fiquem situados numa parte superior em relação a qualquer outra linha de água. De outro modo dificultaria a purga de ar na instalação.



Fig.4.5 - Kit colector básico desmontado



Fig.4.6 - Montagem de um colector de retorno

Caixas de colectores

Os colectores UPONOR Quick & Easy colocam-se em armários ou caixas metálicas para colectores correspondentes. Os colectores são fixados aos suportes de polisulfona e estes por sua vez, fixam-se aos suportes metálicos da caixa de colectores.

Estas caixas são encastradas na parede, sendo necessária uma espessura mínima de parede de 15 cm. A sua função dentro da instalação é albergar os colectores de forma que não fiquem visíveis. As dimensões das caixas metálicas para colectores variam consoante o seu número de saídas:

Nº de saídas do colector	Dimensão da caixa (mm)
2 a 4 saídas	550 x 500
5 a 7 saídas	550 x 700
8 a 12 saídas	550 x 1.000



Fig.4.7 - Caixa metálica para colectores

Ligação ao colector

O acesso dos tubos de ida e de retorno de um circuito ao colector é facilitado se na instalação forem utilizados curva-tubos.

A ligação ao colector realiza-se com adaptadores tradicionais disponíveis para UPONOR wirsbo-avalPEX 16x1,8 17x2,0 e 20x1,9. Para os adaptadores tradicionais, não é necessária nenhuma ferramenta nem nenhum acessórios adicionais para realizar a ligação.

A ligação finaliza-se com o aperto do tampão plástico com rosca fêmea sobre o corpo do módulo com rosca macho. Esta operação proporciona a estanquicidade necessária para a união. Esta união deve ser realizada manualmente, com a ajuda da chave para colector. Nunca utilizar ferramentas metálicas.



Fig.4.8 - Chave para colector



Fig.4.9 - Ligação ao colector

Enchimento da instalação

Cada Kit colector básico possui uma válvula de enchimento. O modo correcto de enchimento da instalação, é fazendo-o circuito a circuito com o fim de evitar a excessiva entrada de ar nos circuitos.

Assim, para efectuar o enchimento do primeiro

circuito fecham-se as válvulas de corte geral do colector e todas as válvulas manuais excepto uma. Liga-se a válvula de enchimento à água da rede e depois de se encher o circuito, fecha-se a válvula manual. Este processo repete-se para cada um dos circuitos da instalação.

4.3. Uponor Cabeças electrotérmicas

O colector de retorno incorpora com ele válvulas de corte manuais individuais para cada circuito.

Aconselha-se a realizar um controlo automático do caudal que entra em cada circuito. Para isto, é necessário colocar cabeças electrotérmicas para colectores Uponor. Estes apertam-se sobre cada saída do colector de retorno, retirando previamente as válvulas de corte manuais.

Deste modo realiza-se um controlo da necessidade de caudal para cada circuito em função do sinal do termóstato correspondente. A colocação de cabeças electrotérmicas em cada derivação do colector permite regular de forma independente a emissão térmica para cada local a aquecer.

A alimentação de tensão pode ser de 24V ou de 220V em função do sinal enviado pelo termóstato correspondente. As cabeças electrotérmicas fazem parte de todos os sistemas Uponor de regulação individual de temperatura. Cada cabeça deve ser apertada totalmente para assegurar um fecho correcto da passagem de água no caso de ausência de sinal eléctrico proveniente do termóstato. Verificar a limpeza da rosca base do colector antes de apertar a cabeça electrotérmica.

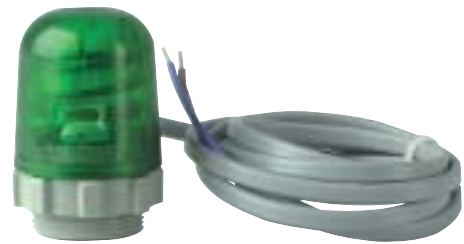


Fig.4.10 - Cabeça electrotérmica Uponor

5. Uponor Genius. Sistema para controlo de temperatura ambiente sem fios

Uponor Genius é um sistema de regulação térmica individual via rádio para instalações de aquecimento por chão radiante. A sua missão é proporcionar uma óptima temperatura em cada local aquecido, independentemente da temperatura de outros compartimentos, de um modo fácil, rápido e cómodo de instalar.

Pode ser utilizado em habitações, escritórios, edifícios públicos e industriais. A instalação deste sistema evita as ligações eléctricas aos termostatos: dado que os termostatos são sem fios. O sistema é constituído por Termóstatos transmissores, Unidade base (Módulo de Regulação e Módulo de Controlo) e eventualmente Antena.

Uponor Genius permite visualizar, a partir do Módulo de controlo, a temperatura real, períodos de redução nocturna, períodos de ausência do utilizador, alcance do sinal dos termóstatos, etc.

Os Termóstatos transmissores enviam sinais via rádio a um elemento receptor (Módulo de controlo).

O Módulo de controlo é o interface entre o sistema e o utilizador e pode receber sinais até 12 Termóstatos transmissores.

No Módulo de Regulação são analisados os sinais recebidos e em função deles são controladas as cabeças electrotérmicas e a bomba circuladora. O Módulo de Regulação, liga-se a 220v e controla até 12 cabeças electrotérmicas.



Fig.5.1 - Esquema de regulação Uponor Genius



Fig.5.2 - Uponor Genius. Unidade base (Módulo de regulação e Módulo de controlo) e Termostato transmissor.

5.1. Termostato transmissor

O Termostato transmissor envia sinais via rádio pelo que não necessita de nenhuma ligação eléctrica.

A frequência de emissão dos sinais de rádio evita as interferências com outros electrodomésticos ou com redes próximas de abastecimento eléctrico.

Lê a temperatura mais próxima à sentida pelo utilizador. Para isso é muito importante a forma e cor do comando hemisférico no qual se situa o sensor de temperatura. A cor cinza do comando assegura que o termóstato sente como um humano; a temperatura analisada é uma

combinação da temperatura emitida por radiação e por convecção.

No lado esquerdo há um interruptor de três posições; com ele pode-se seleccionar o tipo de controlo: dia, noite ou tempo. A posição dia equivale à temperatura de conforto desejada, a posição noite reduz a posição dia em 4°C e na posição tempo a temperatura ambiente seguirá o programa da Unidade base.

5.2. Módulo de controlo

A partir daqui o utilizador pode controlar o menu de opções. O display mostra o estado do sinal de rádio recebido e a temperatura nos compartimentos individuais. Se ocorrer uma falha de transmissão do Termóstato transmissor, activar-se-á um alarme.

É constituído pelo receptor de rádio, alarme, teclado e display.

Deve ser colocado num local visível e acessível para facilitar a sua programação e não dificultar a recepção dos sinais de rádio (não colocar dentro de um armário metálico).

Juntamente com o Módulo de Controlo é fornecido uma base para suporte mural, para tornar possível a colocação do Módulo na parede sem cabos à vista.

5.3. Módulo de regulação

Controla até 12 termoacumuladores, quer sejam cabeças electrotérmicas ou válvulas motorizadas. Da mesma forma, ligam-se por cabo o Módulo de Controlo e a bomba de circulação.

A electrónica do Módulo de regulação é baseada em dois microprocessadores; eles examinam os sinais recebidos, controlam o display, recebem

sinais do relógio interno, gravam e guardam as opções individuais seleccionadas e controlam as saídas dos termoactuadores e a bomba de circulação.

Podem ter saídas a 24V ou a 220V, as quais controlam os termoactuadores.

5.4. Programação

Símbolos do display



Ajustes do Relógio



Movimento para cima / Apagar



Colocação do Alarme em "OFF" e tecla "SHIFT"



Movimento para a esquerda / Selecção Alarme



Tecla de confirmação de selecção



Movimento para a direita



Redução da temperatura



Movimento para baixo /Selecção do Idioma



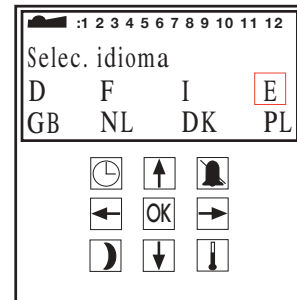
Ajuste da temperatura

- Ligar o Módulo de controlo ao Módulo de regulação

- Ligar o Módulo de regulação à rede eléctrica

- Selecção do idioma

Utilize as quatro setas para seleccionar o idioma e confirme premindo a tecla OK.



- Ajuste do relógio

Quando se prime a tecla "Ajuste do relógio", o texto "Ajuste do relógio" aparecerá no display. Utilize as setas para fixar a hora, os minutos e o dia da semana. Utilize as setas verticais para fixar a hora. As setas horizontais utilizam-se para passar a uma nova posição. Prima a tecla OK para confirmar a sua selecção.



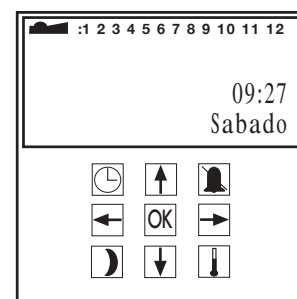
- Selecção do canal

Durante a instalação, ligue o Termóstato transmissor ao Módulo de regulação através do cabo fornecido. A imagem do primeiro canal, que ainda não foi programado aparecerá de forma intermitente. No display poderá ler-se "Instalação. Seleccione canal". Utilizando as setas horizontais seleccione o canal para o qual o termóstato foi programado. Introduza o nome do compartimento correcto e o número do canal na etiqueta do termóstato. Termine a programação premindo a tecla OK. A instalação deste termóstato está completa. Desligue o cabo de instalação do termóstato e repita o processo com os outros termóstatos.



- Funcionamento normal

Sem ligação de nenhum termóstato à Unidade base. Na parte superior do display são visíveis os ícones (1-12) dos canais que já foram programados. Além disso, a hora e o dia da semana, também aparecem no display. Quando um termóstato transmite um sinal de radio ao Módulo de controlo, o ícone correspondente desse canal aparecerá intermitente.



- Ajuste da temperatura

Quando se prime a tecla "Ajuste da temperatura", a seta horizontal pode ser usada para verificar o estado de todos os termóstatos que se instalaram. Aparecerá a informação do estado actual de cada termóstato, ou seja, a temperatura programada, a temperatura actual e a indicação da intensidade do sinal que se recebe.

A escala de recepção do sinal situa-se entre 0 e 4:

0 = sem recepção.

1 = recepção fraca.

2 = recepção aceitável.

3 = bom sinal.

4 = excelente intensidade do sinal.

Ao premir de novo a tecla "Ajuste da temperatura", os limites da temperatura de cada um dos canais podem ser reprogramados.

Os limites máximos e mínimos da temperatura podem ser seleccionados por meio das setas verticais. O limite máximo não pode ser seleccionado, a menos que se aumente o limite mínimo. Quando já se fixou o programa, confirme-o premindo a tecla OK.

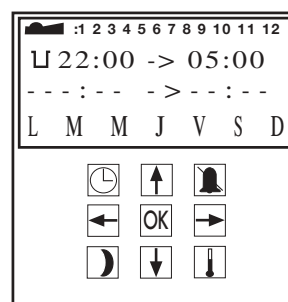
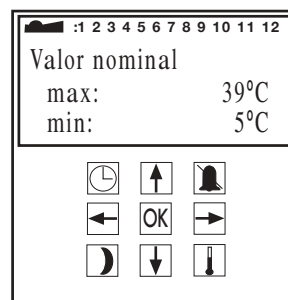
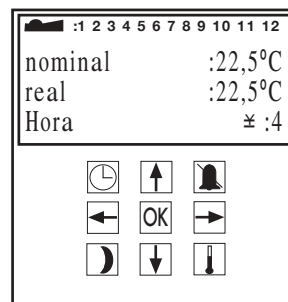
- Redução da temperatura

Premindo a tecla "Redução da temperatura" aparecerá "Seleccione grupo de redução".

Uponor Genius tem 3 grupos de redução de temperatura A, B e C. Em baixo de cada grupo de redução, existem dois intervalos de redução. Os intervalos de redução podem situar-se nos canais e nos dias da semana de forma independente. Utilize as setas horizontais para seleccionar a redução do grupo requerida, e confirme com a tecla OK.

Nas novas instalações, o grupo A selecciona-se por defeito com uma temperatura de redução entre as 22.00 e 05.00 horas em todos os dias da semana. Para efectuar modificações deve seleccionar uma redução de grupo diferente.

Programe o grupo de redução da seguinte forma: Utilize as setas horizontais para mover o cursor entre várias posições, e as setas de deslocação vertical para seleccionar os canais e os dias da semana, ON/OFF. Setas para cima=ON. Setas para baixo=OFF.



Depois de seleccionado o canal ou o dia da semana, aparecerá permanentemente na parte superior do display.

Quando o cursor, estiver situado a baixo do símbolo quadrado à esquerda, deve ser ligado (ON) ou desligado (OFF).

No símbolo do relógio, a seta vertical é utilizada para modificar o tempo de funcionamento. A hora de iniciar o funcionamento está vinculada à eleição do dia da semana.

Se um canal se ligar a vários grupos de redução da temperatura que estejam activados de forma simultânea, o grupo com maior intervalo de redução será o que funciona.

Depois de terem sido confirmados todos os intervalos, o texto que ficará visível no display será "Seleccione o valor redução". A redução da temperatura pode ser programada, através das setas verticais. Qualquer valor entre 1°C e 9°C pode ser seleccionado. Depois confirme a selecção premindo a tecla OK, e o display voltará à posição normal.

- Alarme / Apagar a programação

A tecla de programação do alarme permite seleccionar outras funções diferentes das de acesso imediato. Premindo uma vez o display aparece "SHIFT", premindo novamente, a função "SHIFT" é cancelada.

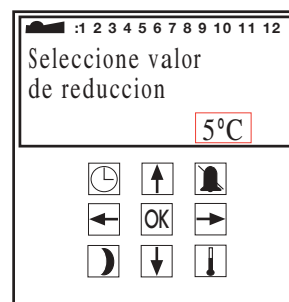
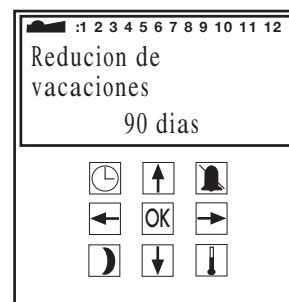
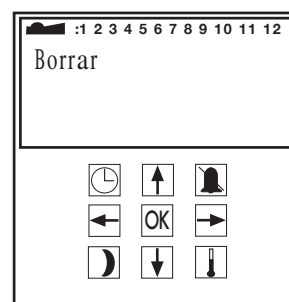
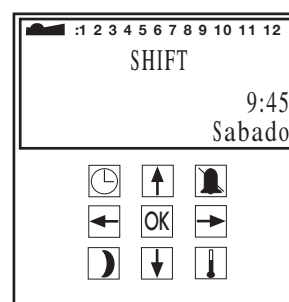
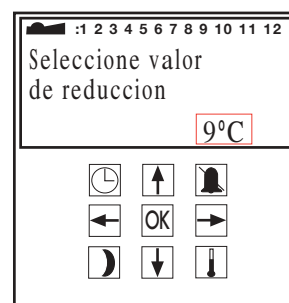
A programação de um canal pode ser apagada premindo a tecla SHIFT e a seta vertical para cima. O texto "Apagar" vê-se no display. Utilize as teclas de deslocação horizontal para seleccionar o canal que quer apagar. Quando marcar o canal mantenha premida a tecla OK durante 3 segundos, até que a informação do canal seleccionado se apague.

- Redução temporária da temperatura

Se se Premir a tecla SHIFT e depois a tecla de "Redução da temperatura", a temperatura de todos os canais pode reduzir-se durante 1 a 90 dias, por exemplo, durante fins de semana ou férias. As setas verticais utilizam-se para seleccionar o número de dias durante os quais a redução estará activa.

Os intervalos de redução aplicam-se desde as 0.00 h. para o número de dias acima seleccionados. O período desde a hora de programação até ao final de um dia em concreto, não se inclui no número de dias.

A redução programada confirma-se pressionando a tecla OK. O valor de redução da temperatura selecciona-se através das setas verticais.



A temperatura pode ser reduzida entre 1°C e 9°C. Prima a tecla OK para concluir e o display voltará à sua posição normal.

Se a redução temporária de temperatura estiver activa e desejar interromper, prima a tecla SHIFT e a tecla de "Redução da temperatura".

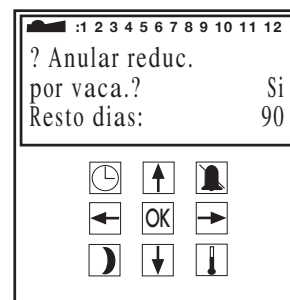
As teclas das setas verticais podem ser utilizadas para seleccionar "SIM ou NÃO" de forma a que se finalize a redução temporária da temperatura antes da data programada. Os dias que faltam para que termine a redução temporária da temperatura vêm-se no display. Finalize a operação premindo a tecla OK.

- Alarme

Se o módulo de controlo não recebe sinal de rádio de um ou vários termóstatos durante 90 minutos, é accionado o alarme. Uma das razões para isto acontecer pode dever-se a que a bateria do termóstato esteja gasta e seja necessário substituí-la, ou então que o termóstato esteja fora da onda de transmissão, ou que tenha ocorrido uma falha do sistema.

Em caso de toque de alarme, o ícone referente ao canal e o ícone de alarme aparecerão intermitentes.

Enquanto a unidade de controlo não receber sinal do termóstato este canal mantém-se fechado tal como a válvula da secção correspondente. O alarme pode funcionar com ou sem som e a selecção faz-se premindo a tecla "SHIFT", e depois a seta da esquerda. A seta do display mostra a opção seleccionada. Utilize o OK para confirmar.



6. Uponor Comfort System. Regulação da temperatura ambiente

Semelhante ao sistema do capítulo anterior, trata-se de um sistema de regulação individual de temperaturas interiores.

É um sistema electrónico por cabo especificamente desenhado para controlar a temperatura ambiente em edifícios onde estejam instalados sistemas Uponor de aquecimento por chão radiante, ou seja, controla as temperaturas ambiente através do controlo do caudal de água quente distribuída a cada uma das divisões.

Uponor Comfort System é composto por uma caixa de ligações electrónica, até seis termóstatos ligados a ela por cabo. Existe a possibilidade, de incorporar na caixa de ligações um módulo digital de dois canais para realizar uma programação semanal de temperaturas. Este sistema também possui termóstatos especiais preparados para ligar sondas ao chão com a finalidade de limitar a temperatura do pavimento. Também existe a possibilidade de utilizar uma caixa de ligações com controlo à bomba.

A caixa de ligações recebe o sinal eléctrico procedente de cada termóstato, analisa-o e envia um sinal eléctrico à cabeça electrotérmica correspondente para que esta possa abrir e permitir a entrada de água no circuito até atingir a temperatura de conforto desejada.



Fig.6.1 - Uponor Comfort System

6.1. Termostato Uponor Comfort System

É um termostato digital para a regulação de temperatura em recintos fechados.

Em todos os modelos, a temperatura desejada selecciona-se rodando o selector.

Existe um sistema de bloqueio de temperaturas máxima e mínima ao qual se acede extraíndo a tampa do selector.

Numa das partes laterais do termostato, é possível seleccionar a posição dia ou a posição noite.

A redução nocturna pode ser programada ligando ao termostato um programador exterior.

Há diversos modelos de termostatos (24V e 220V) em função da utilização pretendida pelo sistema de aquecimento por chão radiante Uponor:

- Termostato Básico 24V
- Termostato Básico 220V
- Termostato 24V com função de redução nocturna e sensor de chão.
- Termostato 24V para recintos públicos.

O termostato Uponor Comfort System com sensor de chão permite a ligação de modo a que se Limite, a todo o momento, o mínimo e o máximo da temperatura do pavimento a um valor pré-fixado pelo utilizador. Quando se liga o sensor, o termostato funcionará como escravo e o sensor

como mestre, ou seja, quando o sensor do chão solicitar calor, os ajustes do termostato não terão efeito.

O Termostato Uponor Comfort System para recintos públicos possui um invólucro exterior que evita a sua manipulação; é especialmente recomendável a sua utilização em edifícios públicos.



Fig.6.2 - Termostatos Uponor Comfort System

6.2. Caixa de ligações Uponor Comfort System

Consiste numa caixa de ligações electrónica, com alimentação a 220V e saídas a 24V ou 220V, dependendo dos modelos.

Liga todos os Termóstatos Uponor Comfort System até um número máximo de seis, e todas as cabeças electrotérmicas até um máximo de doze.

Existe a possibilidade, de se controlar a bomba circuladora do sistema a partir da caixa de ligações, de forma a que, quando nenhum dos termóstatos necessitar de aquecimento, a bomba pare, e apenas volte a funcionar quando algum dos termóstatos ligados solicite aquecimento.

Pode incorporar um programador exterior para a programação semanal dos termóstatos: Módulo digital de dois canais.



Fig.6.3 - Caixa de ligações Uponor Comfort System

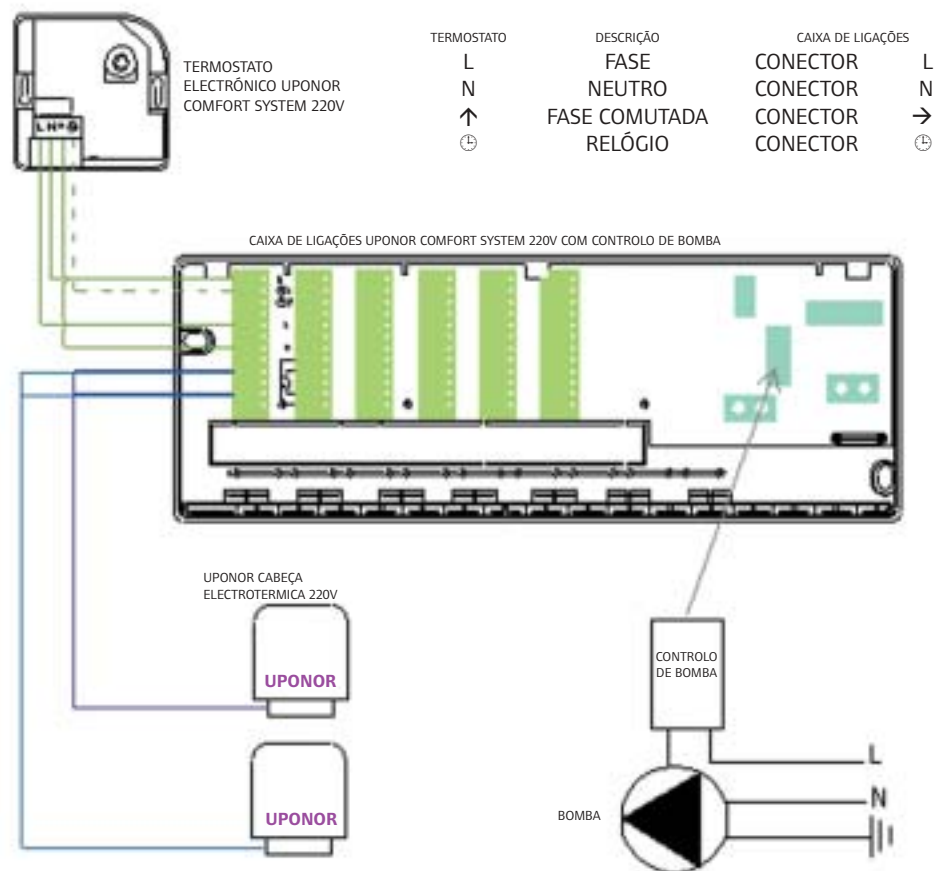


Fig.7.4 - Exemplo de esquema de ligações Uponor Comfort System 220 V

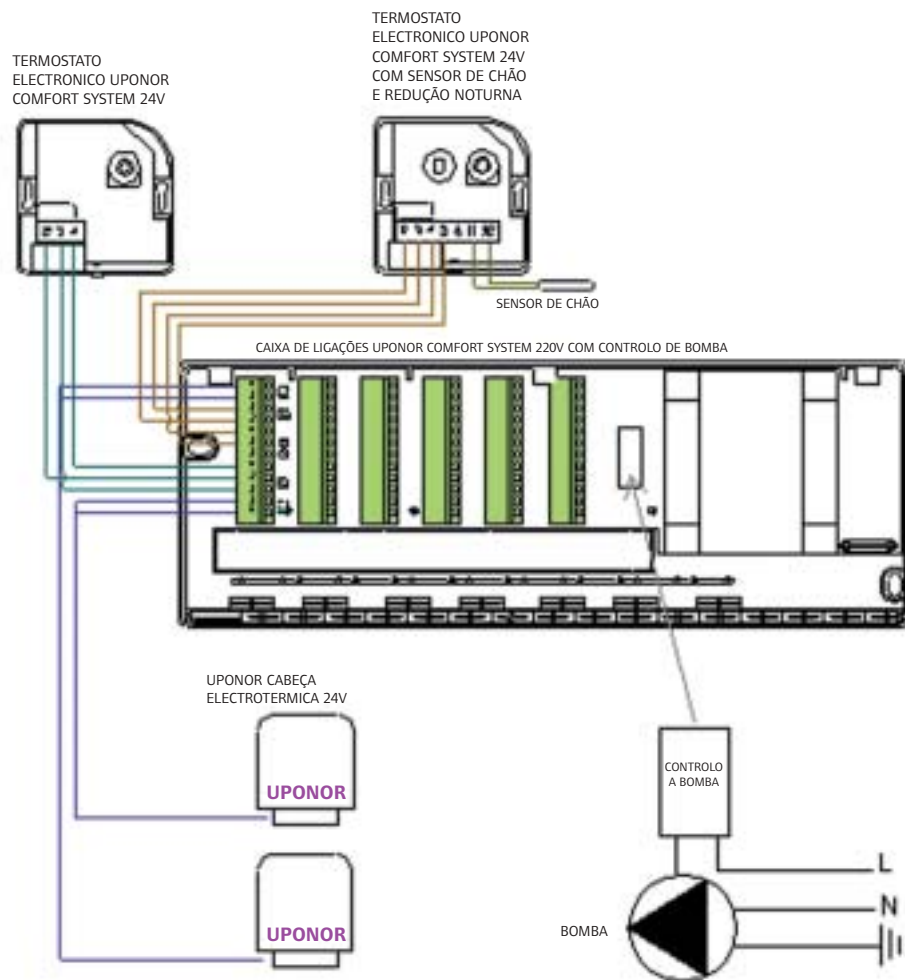


Fig.6.5 - Exemplo de esquema de ligações Uponor Comfort System 24 V

7. Uponor Grupos de impulsão

Em função do tipo de controlo da temperatura de impulsão, há dois tipos de grupos, cada um dos quais tem incorporado uma bomba de circulação UPS 15-60 ou UPS 25-80:

- Uponor Grupo de impulsão
- Uponor Grupo de impulsão com central de regulação.



Fig. 7.1 - Uponor Grupo de impulsão

Em ambos os casos, trata-se de kits pré-montados, preparados para a ligação directa à saída da caldeira. São constituídos por uma válvula de duas vias, cuja missão é misturar a água proveniente da caldeira com a água de retorno, de forma a obter a correcta temperatura da água de impulsão para o funcionamento do chão radiante.



Fig. 7.2 - Uponor Grupo de impulsão com central de regulação térmica

7.1. Uponor Grupo de impulsão

A válvula de duas vias é comandada por uma cabeça regulável manualmente, onde se pode fixar a temperatura de impulsão entre 25 e 65°C. O grupo tem incorporado um circuito de by-pass

interno com válvula reguladora para assegurar um abastecimento constante de água no circuito secundário.

Dados técnicos (ver esquema Fig. 7.3 e 7.4):

- 1 - Válvula termostática de impulsão primário
- 2 - Válvula de retorno primário
- 3 - Válvula de equilíbrio
- 4 - Porca de ajuste
- 5 - Bomba circuladora
- 6 - Ligação a impulsão (secundário)

- 7 - Ligação ao retorno (secundário)
- 8 - By-pass
- 9 - Válvula de purga
- 10 - Servomotor
- 11 - Sonda exterior
- 12 - Sonda de impulsão

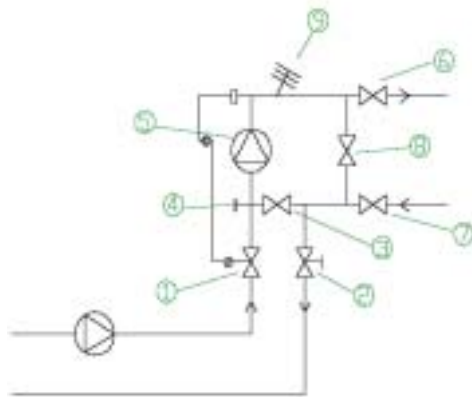


Fig. 7.3 - Esquema de princípio. Grupo de impulsão Uponor

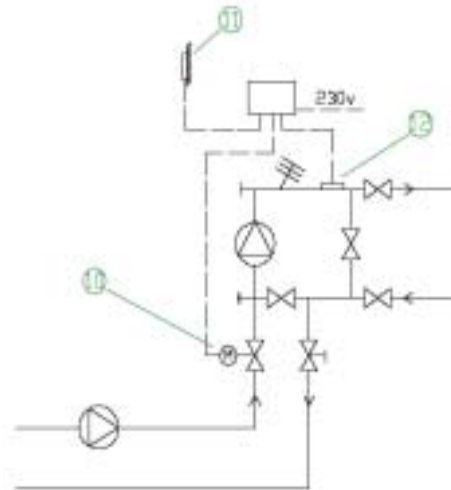


Fig. 7.4 - Esquema de princípio. Grupo de impulsão Uponor com central de regulação

7.2. Uponor Grupo de impulsão com central de regulação

Este grupo inclui um sistema de compensação da temperatura exterior composto por central de regulação, sonda exterior, sonda interior e sonda de impulsão.

A válvula de duas vias é accionada através de um motor térmico que, por sua vez, é comandado pela central de regulação. A central, controla ainda o circulador de modo a que se automatize o seu funcionamento e paragens, e se proteja contra o bloqueio e congelação da água.

A central de regulação proporciona uma elevada segurança no controlo do aquecimento e uma excelente utilização dos recursos energéticos. Antecipa-se às variações térmicas exteriores, oferecendo um controlo magnífico da temperatura de impulsão, para conseguir uma temperatura interior constante de conforto a todo momento. Permite seleccionar temperaturas mais baixas e um consumo reduzido de energia durante as horas em que se está a dormir ou em ausências.

Os principais ajustes programáveis durante o funcionamento da central de regulação são:

- Ajuste da temperatura ambiente desejada.
- Ajuste da pendente da curva de aquecimento.
- Limite para o corte de aquecimento em função da temperatura exterior.

- Limites de temperatura de impulsão máxima e mínima.
- Temperatura reduzida em função da temperatura exterior.
- Modo de controlo manual, automático, de conforto constante, de temperatura reduzida constantemente ou de reserva.

7.3. Selecção da bomba circuladora

Os Uponor grupos de impulsão permitem escolher duas bombas circuladoras dependendo das necessidades da instalação: 22N ou 45N.

Para a selecção da bomba adequada é necessário calcular previamente, a perda de carga e caudal de impulsão do sistema. Estes dois valores dão o

ponto característico de funcionamento da instalação. Com este ponto deve-se consultar as curvas características da bomba circuladora e seleccioná-la de modo a que este esteja sobre o ponto característico.

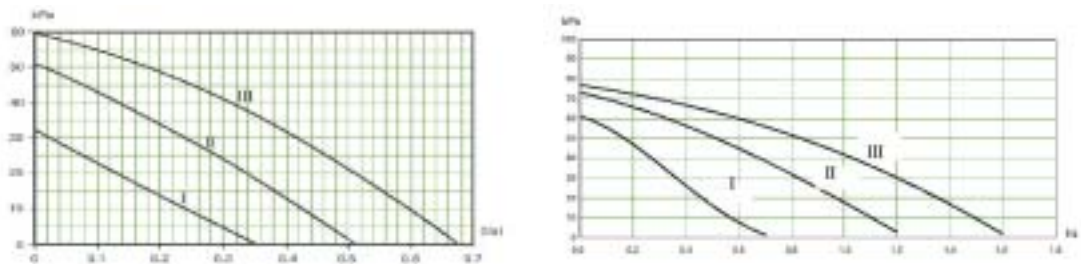


Fig. 7.5 - Curvas características dos circuladores 22N e 45N.

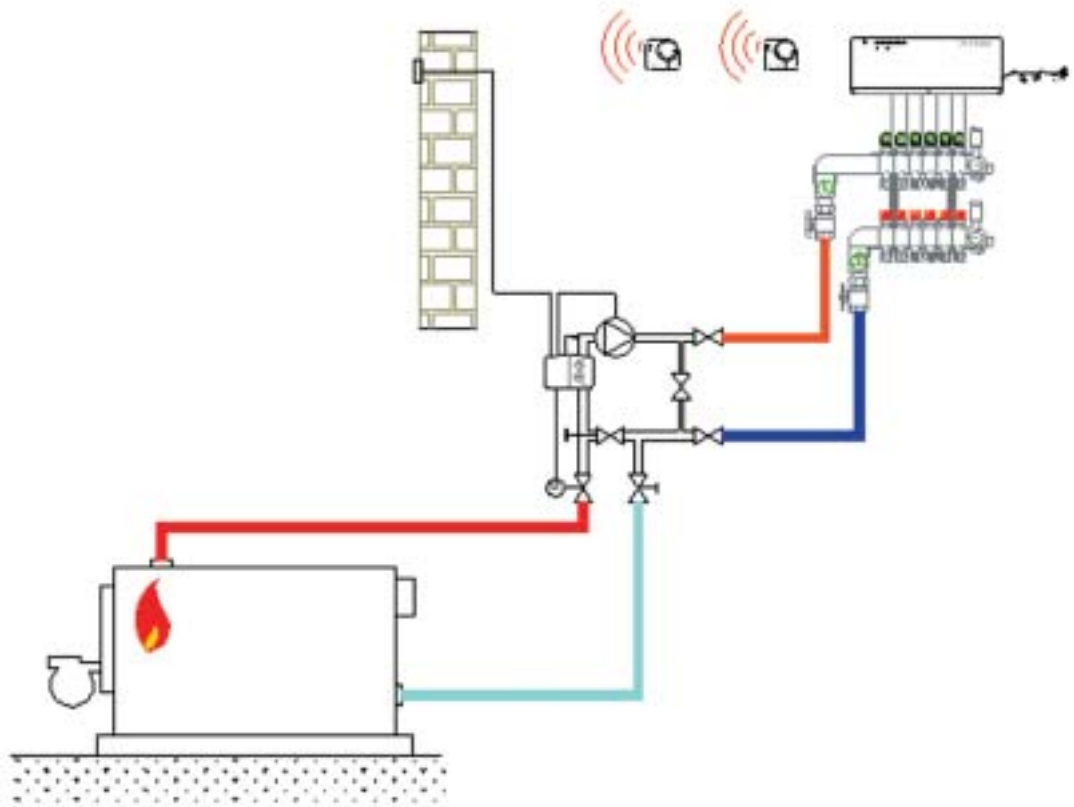


Fig. 7.6 - Esquema de princípio. Regulação de temperatura de impulsão com o Uponor grupo de impulsão com central de regulação

8. Cálculo e projecto

O cálculo de uma instalação de aquecimento por chão radiante pode-se sistematizar numa série de

passos que passamos a descrever:

8.1. Cálculo de cargas térmicas dos locais

O conhecimento das cargas térmicas de cada um dos locais a aquecer é um passo prévio para o dimensionamento da instalação. Os processos de cálculo devem ser o especificado no RCCTE e RCESE.

A carga térmica de um local indica as perdas energéticas (expressas em watt) que devem ser compensadas pelo sistema de aquecimento para atingir as condições interiores de conforto desejadas.

A expressão de cálculo da carga térmica de um local apresenta-se da seguinte forma:

$$Q = Q_t + Q_v + Q_i$$

Q = Carga térmica de aquecimento [W]
 Q_t = Carga térmica de transmissão de calor [W]
 Q_v = Carga térmica de ventilação [W]
 Q_i = Ganho interno de calor [W]

Carga térmica de transmissão de calor

Expressa o conceito de perdas de calor através dos encerramentos do local devido à desigualdade térmica entre o interior e o exterior.

$$q_t = q_{to} \cdot (1 + Z_{is} + Z_o)$$

q_{to} = Perdas por transmissão sem suplementos [W]
 Z_{is} = Suplemento por interrupção de funcionamento [%]
 Z_o = Suplemento por orientação [%]

-Perdas por transmissão sem suplementos

q_{to} depende das temperaturas interior e exterior, da condutividade térmica dos acabamentos do local e da magnitude das superfícies de transmissão de calor segundo a expressão:

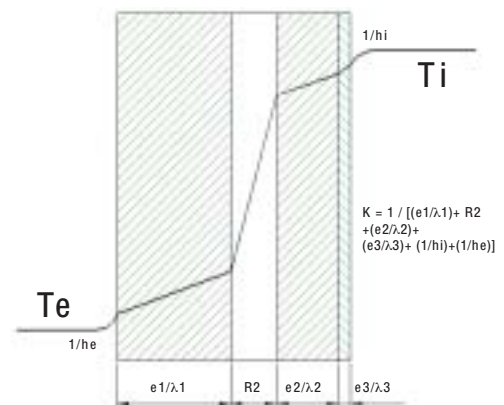
$$q_{to} = \Sigma [K \cdot A \cdot (T_i - T_e)]$$

K = Coeficiente de transmissão térmica do acabamento [W/m²°C]
 A = Área de transmissão de calor de acabamento [m²]
 T_i = Temperatura interior de projecto do local [°C] (Ver Anexos)
 T_e = Temperatura de cálculo exterior [°C] (Ver Anexos)

No caso de acabamentos compostos por várias camadas com materiais diferentes, o coeficiente de transmissão térmica do acabamento calcula-se tal como se segue:

$$K = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/h_i) + (1/h_e)]$$

e = Espessura da camada [m]
 λ = Condutividade térmica do material da camada [W/m°C] (Ver Anexos)
 h_i = Coeficiente superficial de transmissão de calor interior [W/m²°C] (Ver Anexos)
 h_e = Coeficiente superficial de transmissão de calor exterior [W/m²°C] (Ver Anexos)



-Suplemento por interrupção de funcionamento

Ter em consideração o aumento extra das necessidades energéticas de um local, para conseguir as condições de conforto e de projecto, depois de uma interrupção do funcionamento do aquecimento.

A sua magnitude Z_{is} depende da classe de funcionamento (horas do dia em que se interrompe o aquecimento). Ver Anexos.

-Suplemento por orientação

Ter em consideração o aumento extra das necessidades energéticas num local, devido à orientação das suas paredes exteriores.

Ver Anexos

Carga térmica por transmissão de calor

A ventilação é a renovação do ar interior do local com o objectivo de manter as condições sanitárias adequadas dentro do mesmo. Pode ser espontânea (infiltrações através das fendas de portas e janelas) ou forçada. A carga térmica por ventilação é, pois, a perda energética derivada de acondicionar termicamente o ar que entra, de acordo com a temperatura interior do projecto do local.

$$Q_v = n \cdot V_a \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,163 \text{ [W]}$$

n = n° de renovações de ar por hora [h⁻¹] (Ver Anexos)

V_a = Volume do local [m³]

$\rho \cdot C_p$ = 0,299 kcal/ m³°C (Densidade x Calor específico à pressão constante do ar; é uma constante).

T_i = Temperatura interior de projecto do local [°C] (Ver Anexos)

T_e = Temperatura de cálculo exterior [°C] (Ver Anexos)

Ganho interno de calor

Os locais a aquecer apenas podem contar com ganhos internos gratuitos de calor. Será um somatório negativo devido ao seu carácter de ganho energético. Há que incluir qualquer ganho de valor representativo para o cálculo da carga térmica do local. Ver Anexos.

Os ganhos de calor, derivados da radiação solar incidente não se consideram, pois este factor será inexistente na consideração das condições exteriores para o cálculo de aquecimento.

Exemplo prático de aplicação

Considere-se uma habitação em Gijón (Astúrias). Trata-se de um rés do chão de 147,4 m² a aquecer

sobre uma cave não aquecida. O 1º andar está aquecido. Pé direito 2,8 m.

Localis	Orientação	Chão (m ²)	Tecto (m ²)	Paredes ext.(m ²)	Portas ext.(m ²)	Janelas (m ²)	Divisórias int. (m ²)
Quarto 1	NO	14,6	14,6	21,3	-	1,8	11,1
Cozinha	N	16,2	16,2	32,2	-	1,8	15,9
Sala de Jantar	SO	20,3	20,3	25,2	-	3,6	25,2
Salão	S	27,0	27,0	18,8	-	3,6	40,9
WC 1	S	8,1	8,1	5,6	-	1,2	27,8
Quarto 2	SE	17,4	17,4	24,4	-	3,6	24,1
Quarto 3	NE	17,1	17,1	23,0	-	3,6	23,8
WC 2	N	8,4	8,4	5,6	-	1,2	29,1
Corredor + Hall	N	18,3	18,3	6,2	2,8	-	67,9

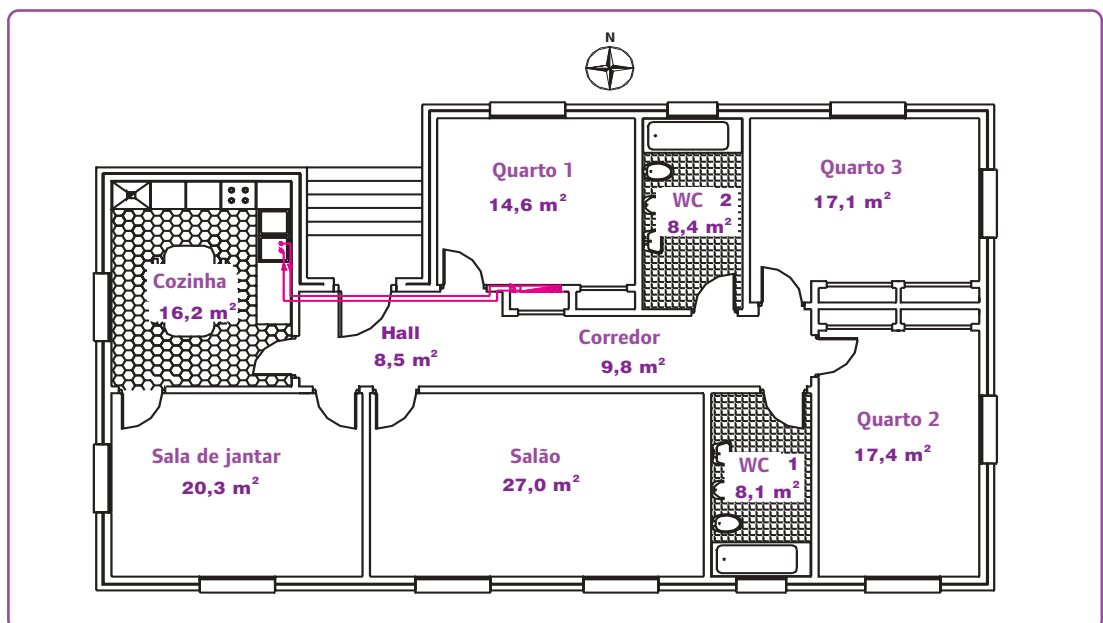


Fig. 8.1 - Planta da habitação do exemplo

Os acabamentos que compõem o apartamento são:

Tipo	Acabamento	Espessura (m)	λ (W/m°C)	K (W/m²°C)
Paredes exteriores	Reboco com cimento	0,020	1,40	
	Tijolo vasado	0,200	0,49	
	Câmara de ar	0,050		4,17
	Tijolo vasado	0,200	0,49	
	Estuque com gesso	0,010	0,30	
Portas exteriores	Madeira maciça			3,50
Janelas	Vidro duplo 6 mm. carpintaria metálica			4,00
Chão	Reboco com cimento	0,020	1,40	
	Abobadilha cerâmica	0,200		3,85
	Betão levemente seco	0,050	0,33	
	Painel moldado com pitons Uponor, de EPS, 20 kg/m³	0,025	0,031	
	Argamassa	0,050	1,4	
	Parquet	0,015	0,21	
Tecto	Reboco com cimento	0,020	1,40	
	Abobadilha cerâmica	0,200		3,85
	Betão levemente seco	0,050	0,33	
	Uponor Painel moldado com pitons, de EPS, 20 kg/m³	0,025	0,031	
	Argamassa	0,050	1,4	
	Parquet	0,015	0,14	

Cálculo de coeficientes de transmissão de calor de acordo com a fórmula:

$$K = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/h_i) + (1/h_e)]$$

$(1/h_i) + (1/h_e)$ obtém o valor de 0,17 m²°C/W que corresponde à resistência térmica superficial de uma superfície vertical ou com pendente sobre a horizontal > 60° - Transmissão horizontal. Ver Anexos.

$(1/h_i)$ obtém o valor de 0,17 m²°C/W que corresponde à resistência térmica superficial de uma superfície horizontal - Transmissão descendente. Ver Anexos.

$(1/h_i) + (1/h_e)$ obtém o valor de 0,18 m²°C/W que corresponde à resistência térmica superficial de uma superfície horizontal ou com pendente sobre a horizontal < 60° de separação com outro local - Transmissão ascendente. Ver Anexos.

Acabamento	Fórmula de cálculo	K (W/m ² °C)
Paredes exteriores	$1/[(0,02/1,4)+(0,2/0,49)+(1/4,17)+(0,2/0,49)+(0,01/0,3)+0,17]$	0,785
Portas exteriores	3,5	3,5
Janelas	4	4,0
Chão	$1/[(0,02/1,4)+(1/3,85)+(0,05/0,33)+(0,025/0,031)+(0,05/1,4)+(0,015/0,14)+0,17]$	0,647
Tecto	$1/[(0,02/1,4)+(1/3,85)+(0,05/0,33)+(0,025/0,031)+(0,05/1,4)+(0,015/0,14)+0,18]$	0,643

De acordo com a situação da habitação (Gijón, Astúrias), obtém-se: Text = 3°C (Ver Anexos).
 Temperatura interior de projecto da habitação: 20°C excepto no hall e corredor 18°C.
 Temperatura dos locais não aquecidos: 10°C

Factor de interrupção de funcionamento correspondente ao aquecimento normal, tipo II, paredes com caixa de ar (Ver Anexos).

•Carga térmica de transmissão de calor

Acabamento	A (m ²)	K (W/m ² °C)	Ti-Te (°C)	Qto (W)	Zis	Zo	Qt (W)
------------	---------------------	-------------------------	------------	---------	-----	----	--------

Quarto 1							
Paredes exteriores	21,3	0,785	17	284,2			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	1,8	4,0	17	122,4			
Chão	14,6	0,647	10	94,5			
Tecto	14,6	0,643	0	0			
				501,1	0,08	0,025	553,7

Cozinha							
Paredes exteriores	32,2	0,785	17	429,7			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	1,8	4,0	17	122,4			
Chão	16,2	0,647	10	104,8			
Tecto	16,2	0,643	0	0			
				656,9	0,08	0,050	742,3

Sala de jantar							
Paredes exteriores	25,2	0,785	17	336,3			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	3,6	4,0	17	244,8			
Chão	20,3	0,647	10	131,3			
Tecto	20,3	0,643	0	0			
				712,4	0,08	-0,025	751,6

Acabamento	A (m ²)	K (W/m ² °C)	T _i -T _e (°C)	Q _{to} (W)	Z _{is}	Z _o	Q ^t (W)
Salão							
Paredes exteriores	18,8	0,785	17	250,9			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	3,6	4,0	17	244,8			
Chão	27,0	0,647	10	174,7			
Tecto	27,0	0,643	0	0			
				670,4	0,08	-0,050	690,5
WC 1							
Paredes exteriores	5,6	0,785	17	74,7			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	1,2	4,0	17	81,6			
Chão	8,1	0,647	10	52,4			
Tecto	8,1	0,643	0	0			
				208,7	0,08	-0,05	215,0
Quarto 2							
Paredes exteriores	24,4	0,785	17	325,6			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	3,6	4,0	17	244,8			
Suelo	17,4	0,647	10	112,6			
Tecto	17,4	0,643	0	0			
				683,0	0,08	-0,025	720,6
Quarto 3							
Paredes exteriores	23,0	0,785	17	306,9			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	3,6	4,0	17	244,8			
Chão	17,1	0,647	10	110,6			
Tecto	17,1	0,643	0	0			
				662,3	0,08	0,025	731,8
WC 2							
Paredes exteriores	5,6	0,785	17	74,7			
Portas exteriores	-	3,5	17	0			
Janelas	1,2	4,0	17	81,6			
Chão	8,4	0,647	10	54,3			
Tecto	8,4	0,643	0	0			
				210,6	0,08	0,05	238,0
Corredor y Hall							
Paredes exteriores	6,2	0,785	15	73,0			
Portas exteriores	2,8	3,5	15	147,0			
Janelas	-	4,0	15	60,0			
Chão	18,3	0,647	8	94,7			
Tecto	18,3	0,643	0	0			
				374,7	0,08	0,05	423,4

• **Carga térmica por ventilação.**

Supondo uma ocupação de 2 pessoas por divisão,
1 no corredor e hall e 3 no salão.
(Ver Anexos)

Locais	Superfície (m ²)	Vol. local Va (m ³)	Ventilação (m ³ /h)	Ventilação n (ren/h)	$Q_v [W] = n \cdot V_a \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,163$
Quarto 1	14,6	40,9	25	0,6	145,1
Cozinha	16,2	45,4	50	1,1	295,2
Sala de jantar	20,3	56,8	60	1,1	369,4
Salão	27,0	75,6	38	0,5	223,5
WC 1	8,1	22,7	65	2,9	389,2
Quarto 2	17,4	48,7	25	0,5	143,9
Quarto 3	17,1	47,9	25	0,5	141,6
WC 2	8,4	23,5	65	2,8	389,0
Corredor + Hall	18,3	51,2	14	0,3	80,1

• **Ganhos internos de calor.**

Neste exemplo não são considerados, uma vez que o seu valor é pouco significativo.

• **Cargas térmicas resultantes dos locais.**

Locais	Superfície (m ²)	Q _t (W)	Q _v [W]	Q [W]	Q [W/m ²]
Quarto 1	14,6	553,7	145,1	698,8	47,9
Cozinha	16,2	742,3	295,2	1.073,5	64,0
Sala de jantar	20,3	751,6	369,4	1.121,0	55,2
Salão	27,0	690,5	223,5	914,0	33,9
WC 1	8,1	215,0	389,2	604,2	74,6
Quarto 2	17,4	720,6	143,9	864,5	49,7
Quarto 3	17,1	731,8	141,6	873,4	51,1
WC 2	8,4	238,0	389,0	627,0	74,6
Corredor + Hall	18,3	423,4	80,1	503,5	27,5

TOTAL DA CARGA TÉRMICA 7.243,9 W

8.2. Localização dos colectores

Os colectores situam-se num lugar central relativamente à zona que se vai aquecer.

Dentro desta área, procura-se um local central, criando uma situação que não prejudique o aspecto estético do espaço habitável; é frequente localizar os colectores em divisórias da casa de banho, arrumos ou dentro de armários encastrados.

Em função do número de circuitos, determina-se o número de colectores a situar em cada piso.

No mínimo, é necessário um colector por piso aquecido. Cada colector tem um máximo de 12 circuitos. Na eventualidade de existirem mais circuitos emissores, é necessário outro colector.

8.3. Projecto dos circuitos

Recomenda-se que cada local (quarto, cozinha, etc.) seja aquecido por circuitos independentes. Deste modo é possível a regulação de temperaturas em cada compartimento de forma independente.

Antes de elaborar o projecto dos circuitos, é necessário medir as áreas que se vão aquecer com cada um dos circuitos. Posteriormente, deve medir-se a distância existente entre a área a aquecer e o colector. O cálculo de comprimento L de cada circuito determina-se:

$$L = A/e + 2 \cdot l$$

A = Área a aquecer coberta pelo circuito [m²]

e = Espaçamento entre tubos [m]

l = Distância entre o colector e a área a aquecer [m]

Por exemplo, a um circuito que aqueça uma área de 10 m², com uma distância entre tubos de 20 cm (0,2 m) e distância até ao colector de 6 m, corresponderá um comprimento teórico de: $L = (10/0,2) + (2 \times 6) = 62$ m.

Na selecção do tipo de tubos UPONOR wirsbo-evalPEX deve ter-se em conta as perdas de carga e o caudal total, para que não sejam necessárias bombas demasiado potentes. É frequente no chão radiante para habitações utilizar-se Uponor Wirsbo-evalPEX 16x1,8.

O comprimento máximo dos circuitos emissores determina-se através:

- Do comprimento máximo dos rolos de UPONOR wirsbo-evalPEX.
- Da potência da bomba da instalação (ponto de funcionamento da instalação, deve estar abaixo de alguma das curvas características da bomba).
- Os circuitos de comprimento muito reduzido, podem dificultar o equilíbrio hidráulico da instalação, se na mesma estão presentes circuitos de comprimentos elevados.

A distância entre tubos, tem de ser a mesma em todos os circuitos da instalação. Recomenda-se uma distância entre tubos de 20 cm. Este valor será diferente se o painel de isolamento escolhido só permitir outras distâncias entre tubos (por exemplo de 16 cm).

8.4. Cálculo da temperatura média superficial do pavimento

A temperatura média superficial do pavimento (T_{ms}) é função unicamente da carga térmica, que para efeitos de simplificação dos cálculos que se seguem consideraremos igual à carga térmica do local (Q) e da temperatura interior de projecto do local (T_i) (Ver Anexos).

Calcula-se de acordo com a seguinte fórmula:

$$Q[\text{W/m}^2] = \alpha \cdot (T_{ms} - T_i)$$

α = Coeficiente de transmissão de calor do chão [$\text{W/m}^2\text{°C}$] (na faixa de temperaturas, em que

nos movimentamos, o seu valor varia entre 10 e 12 $\text{W/m}^2\text{°C}$. Tem dois componentes: coeficiente de transmissão por radiação e coeficiente de transmissão por convecção).

É conveniente, por motivos de conforto do utilizador da instalação, que a temperatura média superficial do pavimento não supere os 30°C.

O gráfico seguinte mostra as temperaturas máximas superficiais do pavimento (T_s) em função de Q e de T_i , considerando com 20 cm e salto térmico de 10°C.

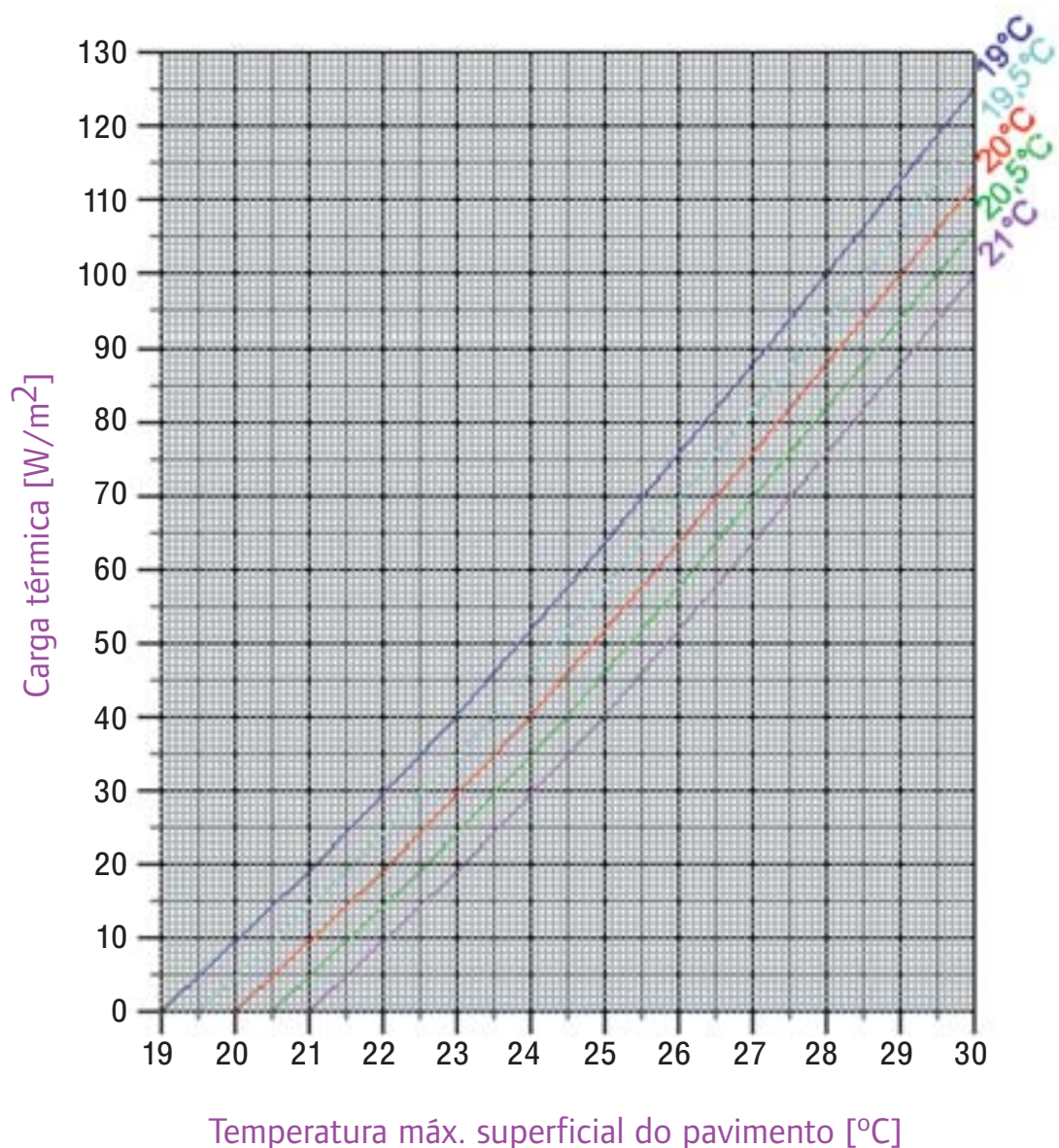


Fig. 8.2 - Temperatura interior de projecto do local (T_i) em função da carga térmica (Q) e da temperatura máxima superficial do pavimento (T_s).

Exemplo prático de aplicação

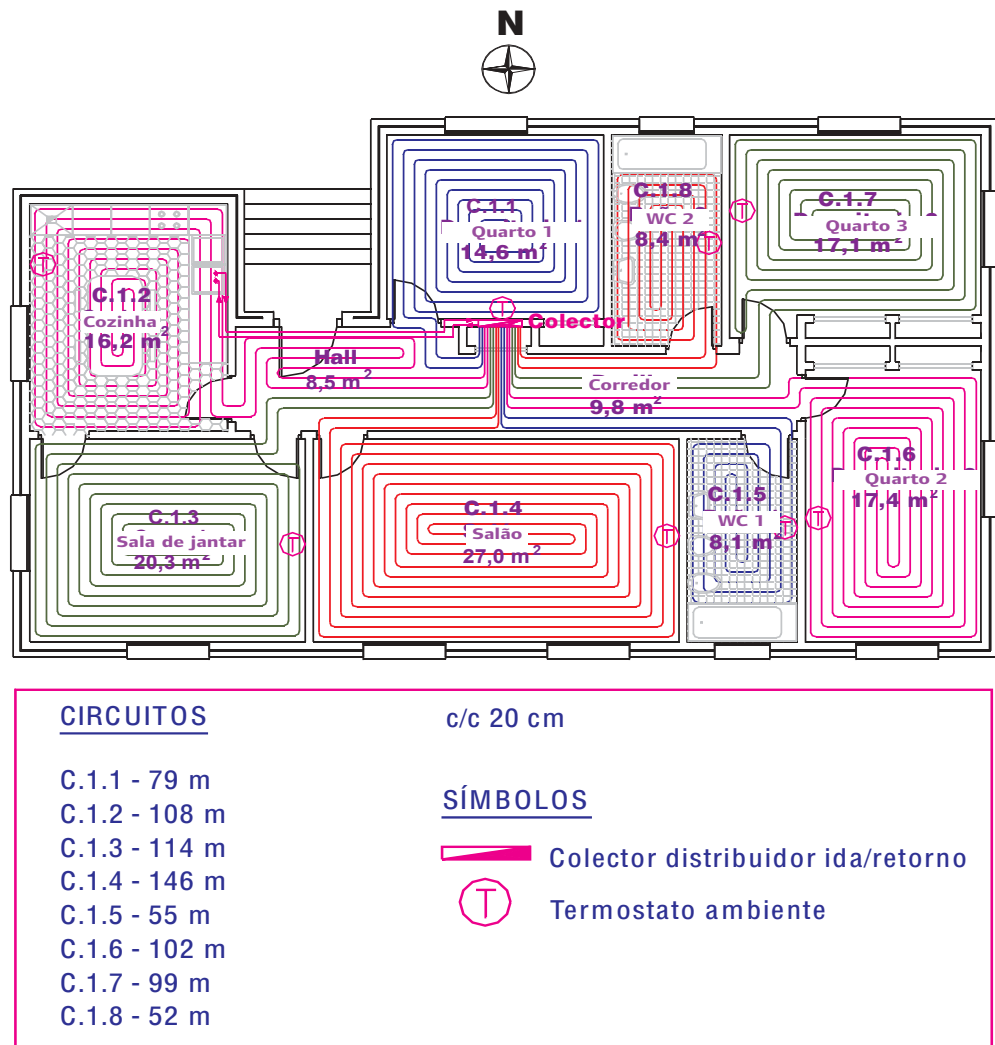


Fig. 8.3 - Localização do colector e desenho de circuitos

Se tiver optado por UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8, como tipo de tubo emissor, esta opção variará se dela resultar uma potência de bomba excessiva. Calculam-se as temperaturas máximas superficiais dos pavimentos dos diferentes locais

a aquecer (T_s) conhecendo as suas cargas térmicas (Q) e as suas temperaturas interiores de projecto (T_i) e introduzindo estes valores no gráfico da figura 9.2:

Circuito	Q [W/m]	T_i [°C]	T_s [°C]
C.1.1	47,9	20	24,7
C.1.2	64,0	20	26,0
C.1.3	55,2	20	25,3
C.1.4	33,9	20	23,4
C.1.5	74,6	20	26,9
C.1.6	49,7	20	24,8
C.1.7	51,1	20	25,0
C.1.8	74,6	20	26,9

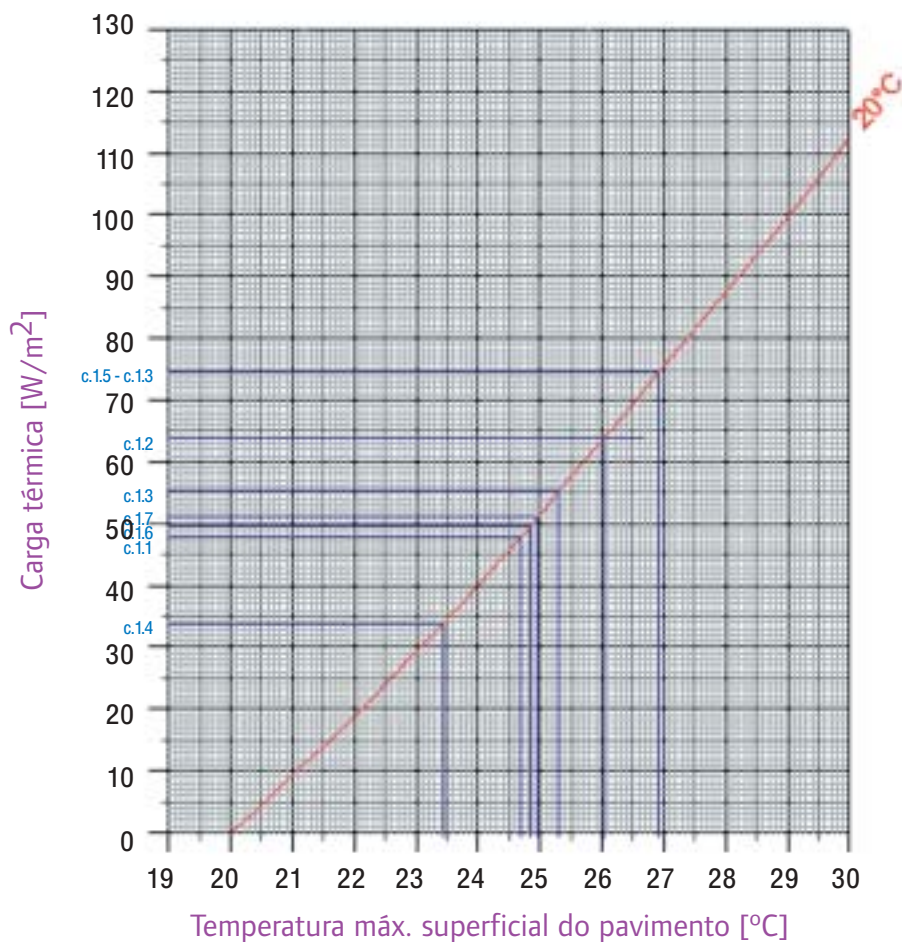


Fig. 8.4 - Cálculo das temperaturas máximas superficiais dos pavimentos

8.5. Cálculo da temperatura da água

O salto térmico entre a impulsão da água e o retorno fixa-se em 10°C.

O valor da temperatura média da água nos tubos emissores (T_{ma}) depende da transmissão térmica do local (Q), da temperatura interior de projecto (T_i) e do coeficiente de transmissão térmica (K_a) segundo a fórmula:

$$Q \text{ [W/m}^2\text{]} = K_a \cdot [T_{ma} - T_i]$$

O coeficiente de transmissão térmica da camada sobre os tubos [K_a] calcula-se aplicando a fórmula:

$$K_a \text{ [W/m}^2\text{°C]} = 1 / [\Sigma(e/\lambda) + (1/\alpha)]$$

e = Espessura da camada [m]

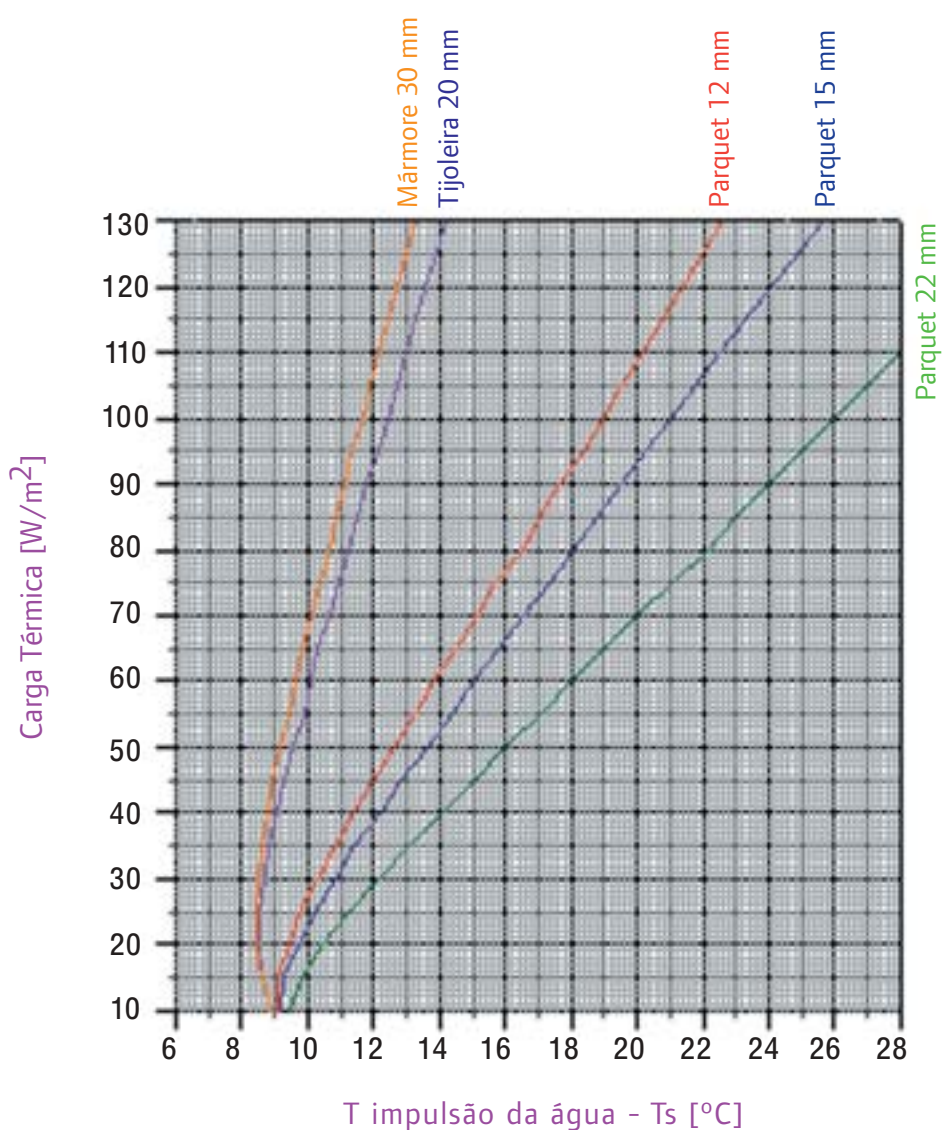
λ = Condutividade térmica do material da camada [W/m°C] (Ver Anexos)

α = Coeficiente de transmissão de calor do chão [W/ m²°C] (na faixa de temperaturas, em que nos movimentamos, o seu valor varia entre 10 e 12 W/ m²°C. Tem dois componentes: coeficiente de transmissão por radiação e coeficiente de transmissão por convecção).

A figura 9.5 mostra o gráfico que relaciona a transmissão térmica (Q), e a resistência térmica do pavimento (R) para obter a temperatura de impulsão da água no circuito correspondente (T_a) e a temperatura superficial máxima (T_s) (A temperatura de retorno será $T_a - 10^\circ\text{C}$)

Após o cálculo de todas as T_a , de todos os circuitos, selecciona-se maior delas.

Pavimento	Espessura [m]	Resistência térmica [m ² C/W]	Pavimento	Espessura [m]	Resistência térmica [m ² C/W]
Parquet	0,012	0,09	Tijoleira	0,020	0,02
Parquet	0,015	0,11	Mármore	0,030	0,01
Parquet	0,022	0,16	Tijol. rústica	0,015	0,01
Soalho	0,020	0,21	Mosaico	0,025	0,06
Cortiça	0,010	0,14	Linóleo	0,002	0,01



Espaçamento entre tubos: 200 mm
Salto térmico: 10°C

Fig. 8.5 - Cálculo de temperaturas de impulsão

Exemplo prático de aplicação

Circuito	Pavimento	Q [W/m ²]	T _i [°C]	R[m ² °C/W]	T _a [°C]
C.1.1	Parquet 12 mm	47,9	20	0,11	32,2
C.1.2	Tijoleira 20 mm	64,0	20	0,02	30,5
C.1.3	Parquet 12 mm	55,2	20	0,11	34,0
C.1.4	Parquet 12 mm	33,9	20	0,11	28,8
C.1.5	Tijoleira 20 mm	74,6	20	0,02	32,1
C.1.6	Parquet 12 mm	49,7	20	0,11	32,7
C.1.7	Parquet 12 mm	51,1	20	0,11	33,0
C.1.8	Tijoleira 20 mm	74,6	20	0,02	32,1

Assim, a temperatura de impulsão do sistema neste exemplo será de 34°C (a maior T_a).

O retorno será de 34°C - 10°C = 24°C.

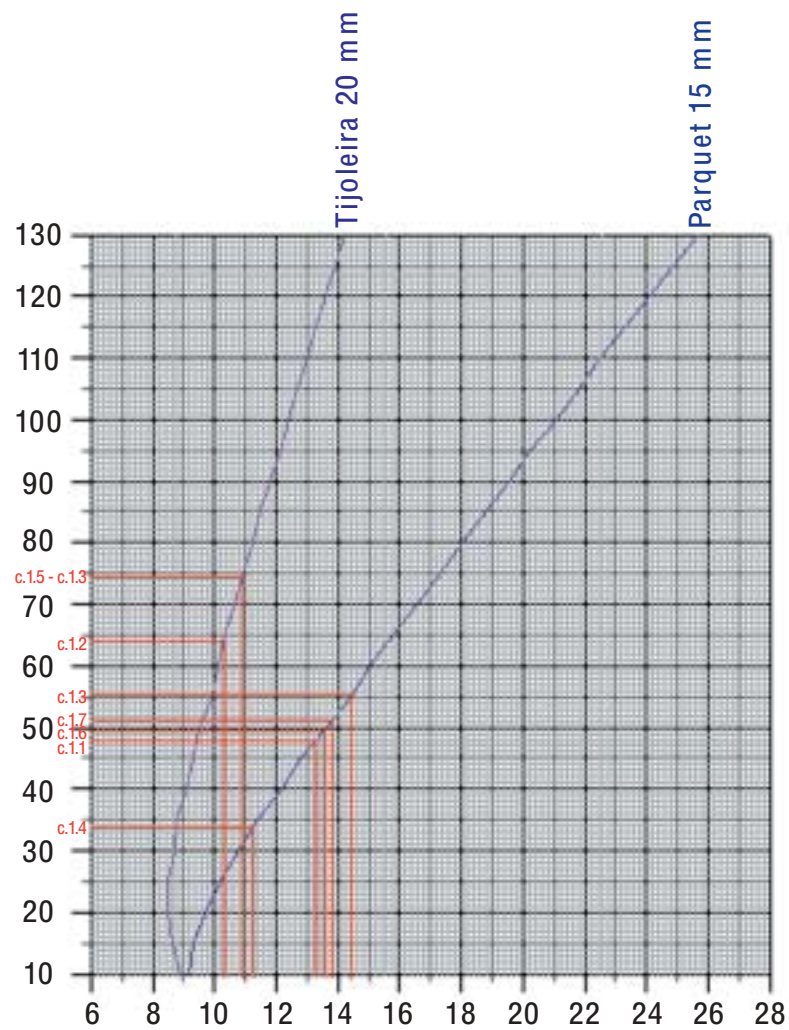


Fig. 8.6 - Cálculo de temperatura de impulsão

8.6. Cálculo do caudal da água

O caudal da água através de um circuito de aquecimento por chão radiante é função da potência térmica emitida, que supomos ter um valor idêntico à carga térmica (Q), e do salto térmico entre a impulsão ao circuito e o retorno a partir dele.

Como já referimos anteriormente, o salto térmico é uma constante de valor 10°C, pelo que o caudal é unicamente função da carga térmica segundo a fórmula:

Em Q, tem que se considerar a potência térmica emitida por cada circuito, incluindo a emitida nos trajectos desde o local aquecido até ao colectador.

As cabeças electrotérmicas, graças ao seu ciclo de abertura e fecho, permitirão a passagem do caudal calculado. Desta forma é possível a regulação de cada local de forma independente de todos os outros.

$$[Q] = m \cdot C_p \cdot (T_{imp} - T_{ret}) \text{ [kcal/h]}$$

m = Caudal de água [kg/h]

C_p = Calor específico da água [1 kcal/kg °C]

T_{imp} - T_{ret} = Salto térmico de impulsão - retorno = 10°C

Exemplo prático de aplicação

Circuito	Q [W/m ²]	Área aquecida [m ²]	* Área real aquecida [m ²]	Q [W]	Caudal [l/s]
C.1.1	47,9	14,6	15,4	737,7	0,0176
C.1.2	64,0	16,2	21,1	1.350,4	0,0323
C.1.3	55,2	20,3	22,2	1.225,4	0,0293
C.1.4	33,9	27,0	28,5	966,2	0,0231
C.1.5	74,6	8,1	10,7	798,2	0,0191
C.1.6	49,7	17,4	20,0	994,0	0,0237
C.1.7	51,1	17,1	19,4	991,3	0,0237
C.1.8	74,6	8,4	10,1	735,5	0,0180

CAUDAL TOTAL DE IMPULSÃO: 0,1868 l/s

* A área real aquecida considerada é a área do local que aquece o circuito mais a área do corredor e o hall aquecido pelo ramal até ao colectador.

8.7. Cálculo de montantes e tubos de distribuição

Para o cálculo da rede de tubos de ligação, entre o local das caldeiras e os colectores, é necessário saber qual é o caudal circulante por cada ramal. Uma vez conhecido este dado, introduz-se no gráfico de perdas de carga e selecciona-se a dimensão dos tubos UPONOR wirsbo-evalPEX de acordo com o limite de perda de carga linear, que dependerá da potência da bomba disponível.

Habitualmente, este valor de perda de carga, fixa-se em 0,2 KPa/m.

Os acessórios necessários são joelhos, derivações em T e uniões com derivação roscada. O seu tipo será UPONOR Quick & Easy, para dimensões inferiores a 75 mm, ou UPONOR Grandes dimensões bronze desde 75 até 110.

Exemplo prático de aplicação

Verificando o gráfico de perdas de carga com 0,1868 l/s e UPONOR wirsbo-evalPEX 32x2,9 resultam perdas de carga, nos tubos, de 0,057KPa/m. Verificando com UPONOR wirsbo-evalPEX 25x2,3 resultam perdas de carga

superiores a 0,2 KPa/m. Mantendo o critério acima apresentado escolheremos UPONOR wirsbo-evalPEX 32x2,9 como tubo de distribuição entre o local da caldeira e o colector.

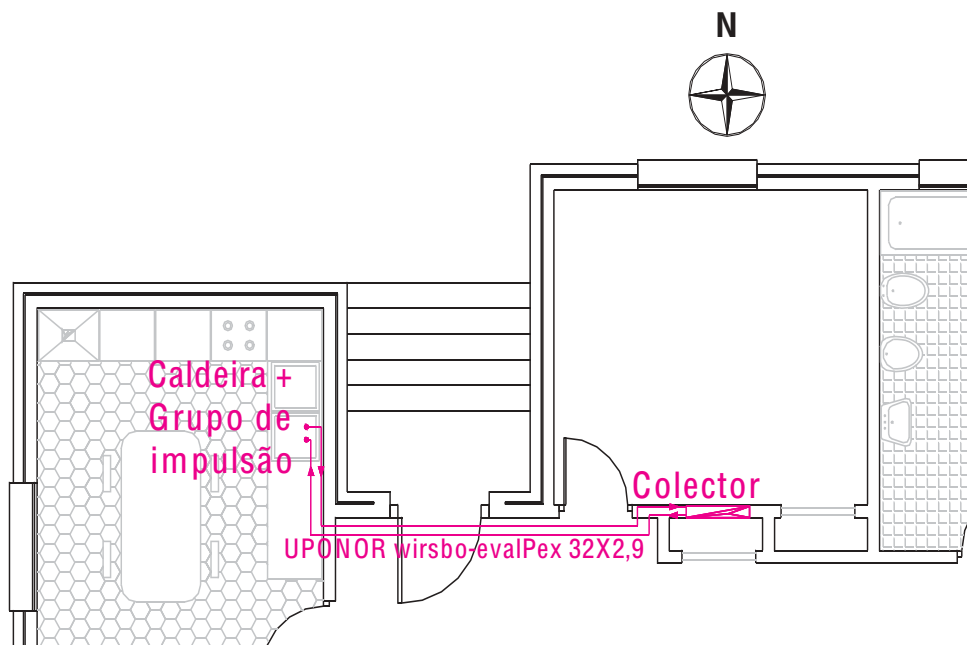


Fig. 8.7 - Traçado do tubo de distribuição entre o local da caldeira e o colector

8.8. Cálculo de perdas de carga

Traçando um esquema da instalação, a perda de carga nesta será a maior de entre as perdas de carga de todos os traçados possíveis, que a água pode seguir, desde o grupo de impulsão do circulador até ao retorno deste.

As perdas de carga em circuitos emissores e em montantes e tubos de distribuição extraem-se dos gráficos de perdas de carga (ver anexos).

As perdas de carga nos tubos do trajecto mais desfavorável devem ser somadas às perdas singulares: colectores, joelhos, derivações em Tê, válvulas,... (Ver Anexos)

Exemplo prático de aplicação

Verificando o gráfico dos anexos com UPONOR wirsbo-evalPEX 16x1,8 obtêm-se as perdas de carga nos diferentes circuitos.

Obtêm-se a perda de carga originada no colector. Na alínea anterior, calcula-se a perda de carga nos tubos de distribuição.

Verificando os Anexos acham-se as perdas de carga singulares.

Circuito	Comprimento [m]	Caudal [l/s]	Pérda de carga [kPa/m]	Pérda de carga [kPa]
C.1.1	79	0,0176	0,031	2,4
C.1.2	108	0,0323	0,096	10,4
C.1.3	114	0,0293	0,075	9,0
C.1.4	146	0,0231	0,053	7,7
C.1.5	55	0,0191	0,036	2,0
C.1.6	102	0,0237	0,056	5,7
C.1.7	99	0,0237	0,056	5,5
C.1.8	52	0,0180	0,032	1,7

Tramo	Critério	Perda de carga [kPa]
Circuitos	Circuito C.1.2	10,4
Colector	8 circuitos Caudal: 0,1868 l/s	0,7
Tubo de distribuição	UPONOR wirsbo-evalPEX 32x2,9 Comprimento: 2x7 m	0,8
Acessórios	10 joelhos ø32	1,000 *
	4 uniões ø32	0,016 *
	6 válvulas de corte ø32	1,731 *

* (1 m de tubo equivalente: 0,057 KPa)

TOTAL PERDA DE CARGA: 14,647 kPa

8.9. Selecção da bomba

A bomba selecciona-se, verificando o gráfico de curvas características e seleccionando a velocidade que fica acima do ponto característico de funcionamento da instalação que é determinado pelo caudal e pela perda de carga.

Exemplo prático de aplicação

A figura seguinte mostra que se deve seleccionar a segunda velocidade da bomba UPS 25-60.

A capacidade da bomba, fazendo circular 0,1868 l/s com a segunda velocidade, é de 29 KPa, superior à requerida pelo sistema (14,647 KPa). Isto implica que a queda da temperatura seja menor que os 10°C pré-fixados. Neste caso, deve instalar-se uma válvula extra no retorno, que origine uma perda de carga de $29 - 14,647 = 14,353$ KPa a 0,1868 l/s.

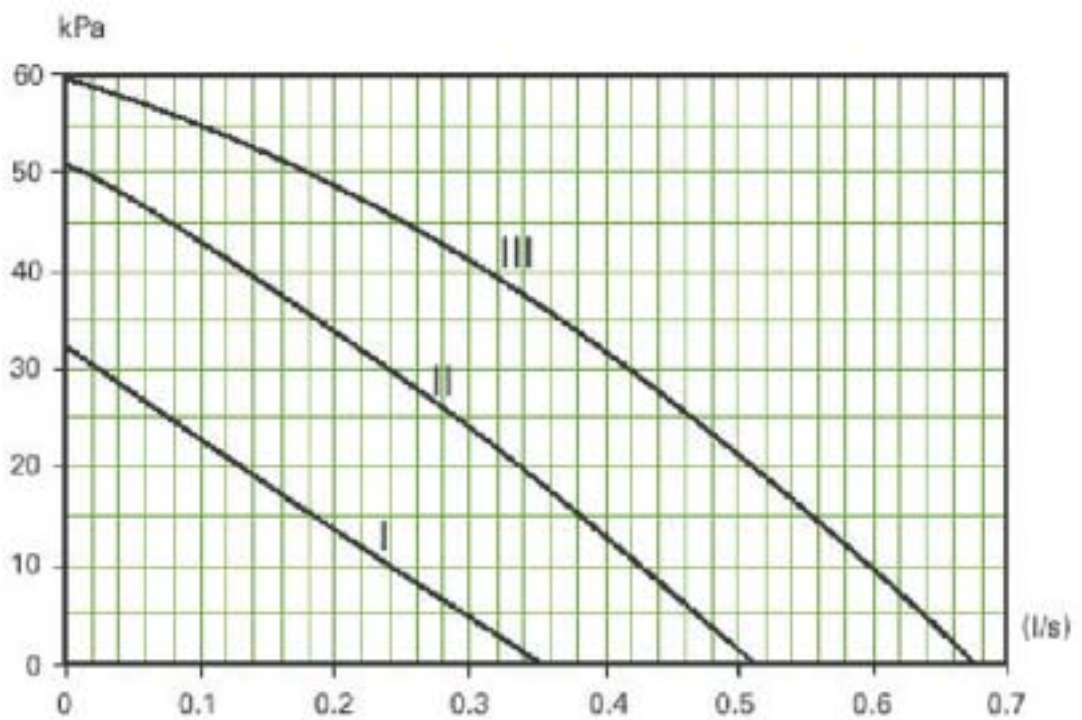


Fig. 8.8 - Ponto característico de funcionamento da instalação

8.10. Selecção do Grupo de Impulsão

O grupo de impulsão, ao misturar a água de retorno do chão radiante e da impulsão do gerador térmico, garante uma temperatura de impulsão correcta aos colectores do chão radiante.

Deve-se seleccionar o tipo de bomba a incorporar e determinar o tipo de grupo de impulsão desejado (Grupo de impulsão Uponor ou Grupo de impulsão Uponor com central de regulação -ver capítulo 8).

A válvula misturadora divide a instalação num circuito primário (a partir do gerador de calor) e um secundário (a partir da válvula misturadora até aos circuitos). O K_v de equilíbrio do grupo de impulsão entre primário e secundário deve ser calculado.

Exemplo prático de aplicação

A expressão de cálculo do K_v de equilíbrio é:

$$K_v = C_i / \sqrt{P}$$

$$C_i = \text{Caudal no primário [m}^3/\text{h]} = Q_i / \Delta T_i$$

$$Q_i = \text{Potência térmica instalada [kcal/h]} = m_t \cdot C_p \cdot (T_{\text{imp}} - T_{\text{ret}})$$

$$m_t = \text{Caudal total de água impulsado pelo secundário [kg/h]}$$

$$C_p = \text{Calor específico del água [1 kcal / kg }^\circ\text{C]}$$

$$T_{\text{imp}} - T_{\text{ret}} = \text{Salto térmico impulsão - retorno} = 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_i = \text{Salto da temperatura pelo primário [}^\circ\text{C]}$$

$$P = \text{Pressão disponível no primário [bar]}$$

$$Q_i = 0,1868 \text{ l/s} \cdot 3600 \text{ [(l/h) / (l/s)]} \cdot 1 \text{ kcal / (kg }^\circ\text{C)} \cdot 10^\circ\text{C} = 6.724,8 \text{ kcal/h}$$

A temperatura de retorno do chão radiante calculada é de 24°C

A temperatura de impulsão de água desde o grupo de bombagem do gerador de calor, supomos que seja 80°C .

$$\text{Com estes dados } \Delta T_i = 80 - 24 = 56^\circ\text{C}$$

$$C_i = 6.724,8 \text{ kcal/h} / 56^\circ\text{C} = 120 \text{ l/h} = 0,120 \text{ m}^3/\text{h}$$

A pressão disponível no primário é determinada de acordo com a potência da bomba do primário e o caudal que impulsiona. Suponhamos para este caso prático uma $P = 18 \text{ KPa} = 0,18 \text{ bar}$.

$$K_v = (0,120 \text{ m}^3/\text{h}) / \sqrt{0,18 \text{ bar}} = 0,283 \text{ (ver anexos)}$$

8.11. Selecção da fonte de calor

A potência útil da caldeira ou de outra fonte térmica será: $Q_i \cdot \eta$

$$Q_i = \text{Potência instalada}$$

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_d$$

η_c = Rendimento da caldeira (ou outra fonte de calor)

η_d = Rendimento de distribuição: transmite a ideia das perdas de calor em montantes e tubos de distribuição.

η_d = é uma função do tipo e modelo da fonte de calor

η_d = é função da temperatura de circulação da água em montantes e tubos de distribuição e do isolamento térmico aplicado a estes.