

UPONOR

APLICAÇÕES DE AQUECIMENTO
RADIANTE E CLIMATIZAÇÃO

MANUAL TÉCNICO
SISTEMA UPONOR DE
REFRIGERAÇÃO POR TECTO



Introdução

Com o objectivo de completar a oferta no que diz respeito ao aquecimento por chão radiante, a Uponor Portugal, Lda apresenta o sistema UPONOR de refrigeração por tecto. Trata-se de uma solução baseada em tubos capilares que satisfaz as exigências do mercado na refrigeração de espaços através do acondicionamento térmico de superfícies.

O sistema é bastante utilizado na Europa, onde se tem provado ser suficientemente vantajoso, sendo amplamente aceite pelas suas qualidades básicas:

- Não existência de correntes de ar incômodas.
- Sem ruído ambiente.
- Redução do consumo de energia.
- Melhoria da qualidade do ar ambiente.

Este manual fornece a informação básica necessária para o projecto, cálculo e instalação do sistema de refrigeração Uponor. O nosso propósito é familiarizar técnicos, engenheiros e instaladores profissionais com as vantagens específicas que o sistema oferece na área da refrigeração.



1. Princípios básicos

O principal componente do sistema é uma malha de tubos capilares (3.4 ou 4.3 mm de diâmetro), que está acoplada a tubos distribuidores fabricados em polipropileno onde circula água fria (refrigeração).

A baixa espessura do sistema, apenas 8 mm, permite a sua montagem em todo o tipo de tectos, o que significa a utilização de superfícies passivas da construção como superfícies de refrigeração.

1.1. Vantagens sobre os sistemas convencionais de ar condicionado

Os sistemas tradicionais de ar condicionado eliminam o calor da seguinte forma:

- O ar é processado e esfria num sistema de ar condicionado e depois é transportado para a habitação a climatizar.
- Introduce-se uma grande quantidade de ar a uma muito baixa temperatura.
- O ar absorve o calor das superfícies quentes (paredes, tectos, chão), das pessoas e dos equipamentos existentes na habitação. Isto aplica-se de igual forma tanto aos sistemas ar-ar como aos sistemas ar-água.

As desvantagens dos sistemas baseados em ar são as seguintes:

Limitação do conforto e riscos para a saúde:

O elevado caudal de ar faz com que este alcance altas velocidades na habitação. Estas correntes de ar em combinação com a sua baixa temperatura dão, frequentemente, origem a doenças reumáticas e respiratórias.

A percentagem de pessoas insatisfeitas devido às correntes de ar vem definida na norma ISO 7730:

$$DR = (34 - t_R) (w_T - 0.05)^{0.62} (0.37 w_T Tu + 3.14) \text{ em } \% \quad (1)$$

Onde:

DR %: corresponde à percentagem de pessoas insatisfeitas.

t_R °C: corresponde à temperatura do ar nas proximidades da pessoa.

w_T m/s: é a velocidade do ar nas proximidades da pessoa.

Tu %: é o grau de turbulência do ar nas proximidades da pessoa.

Realiza-se um teste sobre 150 pessoas expostas às seguintes amplitudes térmicas de temperaturas, velocidades de ar e turbulências e recolhe-se uma estimativa de satisfação:

$t_R = 20 \dots 26^\circ\text{C}$, $w_T = 0.05 \dots 0.4$ m/s e $Tu = 0 \dots 70\%$.

Os resultados estão representados a Figura 1.1.

Inclusivamente, se estamos preparados para permitir um grau de insatisfação de 25%, a velocidade do ar deveria ser menor de 0.3 m/s com uma temperatura de ar de 25°C e um grau de

turbulência de 30%.

Esta velocidade de ar é sempre superada numa habitação com um sistema de ar condicionado convencional.

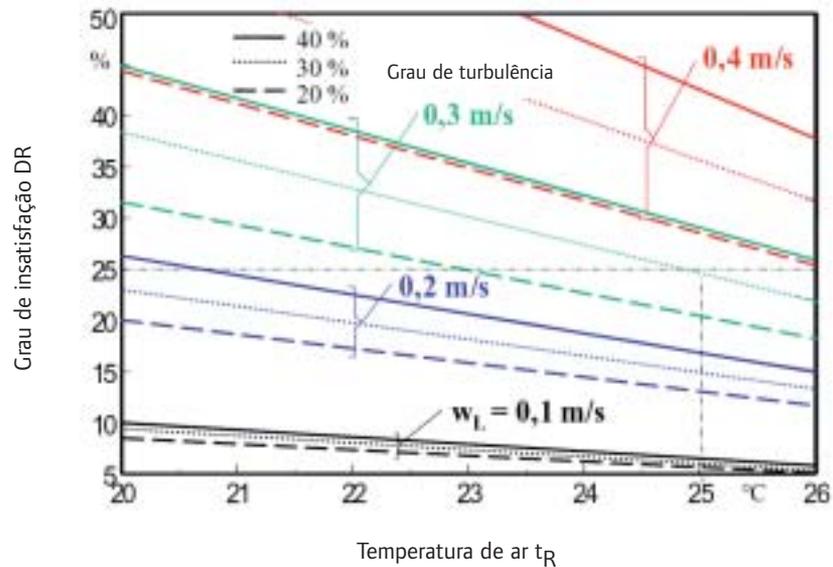


Figura 1.1: Grau de insatisfação na relação com a temperatura, a velocidade e o grau de turbulência do ar.

Ruído ambiental.

Os altos fluxos de ar nas habitações produzem normalmente ruídos incómodos que tem efeitos negativos na comunicação e no conforto das pessoas.

Elevados custos de operação.

O tratamento e transporte de grandes quantidades de ar dão origem a um consumo de grandes quantidades de energia e elevados custos de operação. Uma potência de refrigeração de Qk= 1kW com uma diferença de temperatura efectiva de 10 K entre o ar de impulsão e o ar exterior, requer um fluxo de ar de:

$$V = \frac{Q_k}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{1000}{1.2 \cdot 1010 \cdot 10} = 0.0825 \frac{m^3}{s} \approx 300 \frac{m^3}{h}$$

Com os sistemas de ar condicionado convencionais, o transporte desta quantidade de ar requer um ventilador com uma potência de:

$$P = \frac{V \Delta p}{\eta_{total}} = \frac{0.0825 \cdot 1000}{0.6} \quad W = 138 \quad W$$

Isto supõe 14% da potência de refrigeração, a qual também deve ser dissipada pelo sistema de refrigeração.

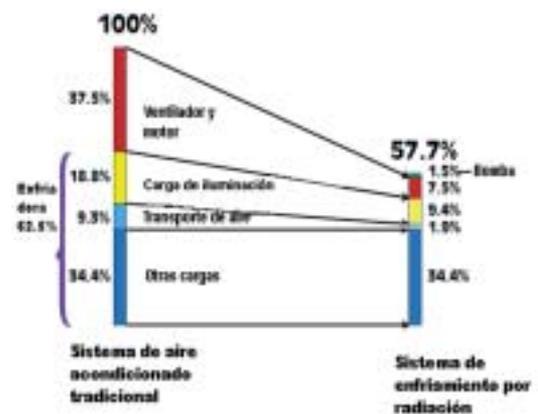


Figura 1.2: Comparação de consumo energético entre um sistema de ar condicionado tradicional e um sistema de refrigeração por radiação.

Elevado custo de manutenção.

A complicada tecnologia do sistema, as numerosas partes móveis (ventiladores) e a limpeza das condutas de ventilação, filtros de ar, etc., de forma

a manter o ar em condições adequadas de higiene, implica elevados custos de manutenção.

1.2. Requisitos para uma climatização adequada

Com a finalidade de criar um novo e aperfeiçoado conceito de refrigeração e aquecimento de espaços e dimensionar o equipamento óptimo em termos de economia e tecnologia, os requisitos para o

condicionamento de ar devem ser especificados de acordo com um rigoroso conhecimento científico.

1.2.1. Balanço energético do corpo humano

Nível de actividade	Alturas metabólicas	
	W/m ²	met
Sentado, relaxado	58	1
Actividade sentado (escritório, escola)	70	1,2
Actividade ligeira de pé (compras, laboratório, industria ligeira)	93	1,6
Actividade média de pé	116	2

Tabela 1: Actividade e Consumo de energia em W/m² de acordo com a norma ISO 7730.

Os totais de calor dissipado por um humano numa situação de conforto são:

15%: Transpiração insensível (difusão de humidade com a pele seca)

11%: Transpiração com evaporação

11%: Respiração

63%: Dissipação de calor seco através de convecção e radiação

1.2.2. Dissipação de calor seco

A dissipação de calor seco numa situação de conforto é a seguinte:

$$q_{tr,b} = q_K + q_S \approx 1.52 q_B^{0,8} \quad (2)$$

Como se pode verificar na Figura 2.3, o calor dissipado é composto de fluxo de calor do

homem até ao ar (convecção) e a radiação desde o homem até à superfície da habitação. Resultando o seguinte:

Convecção:

$$q_K = \alpha_M (t_M - t_L) f_{KL} \quad (3)$$

Radiação:

$$q_S = \sigma \varepsilon_M \left\{ (t_M + 273)^4 - (t_S + 273)^4 \right\} f_{KL} f_S \quad (4)$$

Onde:

t_M : Temperatura na superfície das roupas do homem (°C).

t_L : Temperatura do ar nas proximidades do homem (°C).

t_S : Temperatura das superfícies da habitação.

f_{KL} : Aumento da superfície devido à roupa.

f_S : Redução da superfície de radiação (p.ex. a parte interior dos braços não emite radiação à habitação) $f_S \approx 0.71$

α_M : Coeficiente de transmissão de calor por convecção (homem-ar) W/ (m²K)

σ : Constante de radiação ($\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$ W/ (m²K⁴))

ε_M : Coeficiente de emissão da roupa ($\varepsilon_M \approx 0.93$)

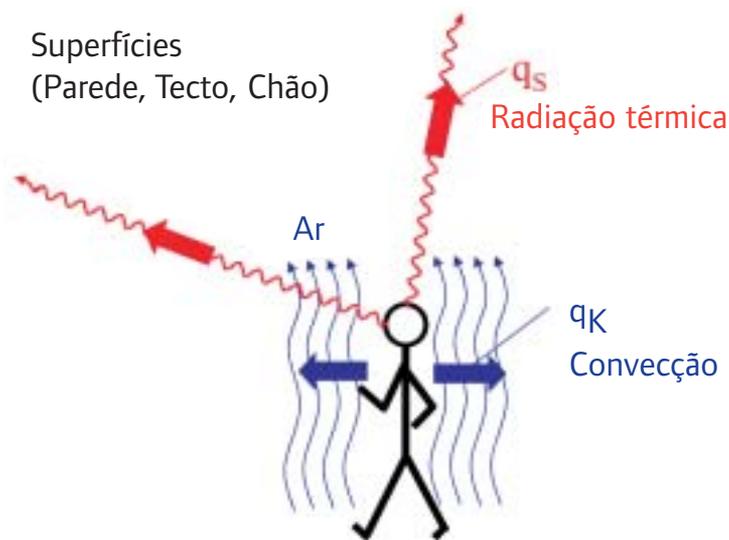


Fig. 1.3: Transferência de calor de um homem ao ar através de convecção e a partir do homem à superfície da habitação através de radiação.

Na equação (2), as percentagens de convecção e radiação são os totais equivalentes, que é como dizer que, o calor dissipado por convecção por um homem pode reduzir e ser compensado aumentando a radiação.

As desvantagens do ar condicionado convencional podem ser evitadas reduzindo os elevados fluxos de ar e aumentando a quantidade de calor dissipa-

da pelo corpo humano até às superfícies da habitação (tectos) por radiação.

Isto pode ser levado a cabo de uma forma muito efectiva resfriando o tecto da habitação.

O calor que flui do corpo humano para o ambiente, deve ser transportado primeiro através da roupa. (ou seja, a roupa deve ser tomada em consideração quando falamos de conforto térmico)

$$q_{tr} = \left(\frac{\lambda}{\delta} \right)_{KL} (t_H - t_M) = (0,155 R_{KL})^{-1} (t_H - t_M) \quad (5)$$

Sendo:

t_H : A temperatura da pele.

t_M : A temperatura da superfície da roupa

R_{KL} , em clo ("clothing"), a resistência da roupa na condução de calor (Tabela 2)

Tipo de roupa	R_{KL} clo	$(\delta/\lambda)_{KL}$ $m^2 K/W$	F_{KL}
Sem roupa	0	0	1
Calções	0,1	0,155	1
Roupa de trabalho (Europa)	0,6	0,093	1,1
Roupa de escritório (Europa)	1	0,155	1,1 5
Roupa polar	3,5	0,543	1,4

Tabla 2: Resistência à condução de calor R_{KL} e aumento da superfície f_{KL} , devido à roupa.

1.2.3. Percentagem de pessoas insatisfeitas

A percentagem de pessoas insatisfeitas deve ser limitada a pequenos valores. De acordo com a equação (1) e a Figura 1, as velocidades máxima

do ar devem ser mantidas entre 0.20 m/s e 0.25 m/s.

1.2.4. Temperatura efectiva da habitação (percebida pelos sentidos) a nível de conforto

A temperatura efectiva t_E define-se como um valor compensado entre a temperatura do ar t_L e a temperatura média de radiação do ambiente t_S .

A seguinte equação aplica-se quando é mantido o nível de velocidades definido na Secção 1.2.3.

A norma ISO 7730 especifica a temperatura efectiva da habitação, com uma humidade relativa de 50% como função do nível de actividade, a roupa e a velocidade do ar.

A temperatura efectiva óptima deve ser mantida com a maior precisão possível.

$$t_E = 0,5 (t_L + t_S) \quad (6)$$

A temperatura média de radiação do ambiente t_S pode ser deduzida aproximadamente a partir das temperaturas t_i de todas as superfícies da habitação (chão, tectos, paredes, janelas, etc...) com as suas correspondentes áreas A_i .

$$t_S = \frac{\sum_{i=1}^n t_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

1.3. Sistemas de ar condicionado baseados em malhas de tubos capilares

Este novo conceito elimina as desvantagens dos sistemas de ar condicionado convencionais (secção 1.1) com os seguintes critérios:

- **Refrigeração dos paramentos da habitação.**

As malhas de tubos capilares através dos quais flui a água estão completamente integradas nos tectos. O calor que entra vindo do exterior é dissipado imediatamente pelo fluxo de água sem aquecer o ar da habitação.

A refrigeração das partes estruturais produz uma menor temperatura das superfícies e assim as pessoas podem dissipar uma maior quantidade do seu calor através de radiação até aos tectos. O calor produzido pelos equipamentos é absorvido, em parte, pelas superfícies refrigeradas.

- **Separação ideal de funções.**

O calor é eliminado da habitação principalmente refrigerando as estruturas através de um sistema de água integrado nelas.

O fluxo de ar pode ser reduzido até ao valor mínimo necessário para a higiene e saúde humana.

O calor absorvido pelo ar é significativamente menor, permitindo diminuir notavelmente o fluxo de ar e aumentar a temperatura do ar que entra. Isto traduz-se em:

- Elevado conforto e baixo risco para a saúde.

A baixa quantidade de ar requerida permite a redução da velocidade do ar. Além disso, a maior temperatura do ar, aproximadamente igual à temperatura média de radiação ambiente, tem efeitos positivos nas vias respiratórias.

- Eliminação do ruído ambiente.

O baixo fluxo de ar permite introduzir o ar na habitação sem ruído.

- Baixos custos de operação.

A energia e os custos de operação para o tratamento e o transporte do ar reduzem-se significativamente.

O calor pode ser eliminado eficientemente por meio do fluxo de água através das malhas de tubos capilares.

Uma capacidade de refrigeração de $Q_k=1$ kW com uma diferença de temperatura entre a impulsão e o retorno de água de 3K, necessita de um caudal de água de:

$$V = \frac{Q_k}{\rho c \Delta t} = \frac{1000}{1000 \cdot 4200 \cdot 3} = 0.00008 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \approx 300 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

O transporte desta quantidade de água necessita de uma potência de bombagem de:

$$P = \frac{V \Delta p}{\eta_{\text{total}}} = \frac{0.00008 \cdot 3000}{0.72} \text{ W} = 3 \text{ W}$$

Esta quantidade representa apenas 0.3% da capacidade de refrigeração.

- Baixos custos de manutenção e durabilidade.

Os gastos de manutenção estão limitados ao âmbito do reduzido equipamento de ar condicionado. O sistema com as malhas de tubos capilares integradas nas estruturas não necessita de manutenção.

2. Características e áreas de aplicação das malhas de tubos capilares

2.1. Características básicas e vantagens da tecnologia de tubos capilares

· Características básicas da produção das malhas capilares:

Os painéis de tubos capilares são fabricados em polipropileno, o que contribui para as características básicas do sistema. As vantagens do sistema de produção são as seguintes:

- Melhor utilização das fontes de energia.
- Redução de custos comparativamente às tecnologias convencionais.
- Compatibilidade com o meio ambiente tanto na produção como na operação. Utilização de material reciclável.
- Simplicidade no projecto.
- Possibilidade de aplicações multifuncionais.
- Produção em série.

· As vantagens das propriedades termodinâmicas.

Dos propiedades geométricas de los paneles de tubos capilares son extremadamente favorables para mejorar la conducción de calor a través de los materiales de construcción y la convección para la transmisión de calor al aire.

A pequena distância entre tubos (20 ou 10 mm) produz uma grande homogeneidade na temperatura da superfície, com o que o coeficiente de condução de calor do material de construção perde o seu elevado significado.

O pequeno diâmetro dos tubos (3.4 ou 4.3 mm) produz altos coeficientes de convecção para painéis suspensos no ar inclusivamente com baixas velocidades de ar.

· Vantagens da utilização das malhas de tubos capilares.

A forma flexível das malhas de tubos capilares e o projecto do sistema satisfazem uma grande variedade de exigências. Os mais importantes são:

Traçado simples e flexível.

Todos os sistemas são projectados utilizando os mesmos componentes (malhas de tubos capilares). A ligação a todos os componentes realiza-se por meio de unidades de junção rápida.

Durabilidade e manutenção simples.

As superfícies refrigerantes e de aquecimento não necessitam de manutenção. Isto é confirmado pelos muitos anos de experiência em superfícies refrigerantes fechadas.

As malhas capilares têm uma vida média de funcionamento de 50 anos.

Poupança de energia.

As grandes superfícies de transferência de calor (tectos), permitem o funcionamento com diferenças de temperatura mínimas relativamente à temperatura ambiente. Isto é aplicável para refrigeração e aquecimento.

Sob estas circunstâncias, as energias alternativas são uma solução para este sistema.

A utilização de sistemas de refrigeração por meio de água, em vez de sistemas de ar condicionado, traduz-se numa maior economia de energia devido à grande redução na potência de transporte.



2.2. Função e áreas de aplicação dos sistemas de tubos capilares

Os tectos podem ser utilizados como superfícies de climatização.

O sistema elimina o calor da habitação sem inércia à medida que a água fria circula através deste. O projecto possui apenas uma capacidade mínima de armazenamento de calor e pode ser regulado muito facilmente. As malhas de tubos capilares instalam-se nos componentes estruturais perto da superfície, pelo que o efeito refrigerante é aproveitado directamente pela habitação.

O projecto de tectos refrigerantes suspensos é

mostrado como exemplo, na Figura 3. Este tipo de tectos permite uma multiplicidade de projectos arquitectónicos.

Luzes, condutas de ar, detectores de fumos, sistemas de pulverizadores automáticos, painéis acústicos, etc... podem ser integrados facilmente. As malhas de tubos capilares podem ser coladas aos painéis metálicos de um tecto falso, às placas de estuque ou inclusivamente integrar-se no estuque. A flexibilidade das malhas capilares não coloca limites à criatividade do arquitecto.

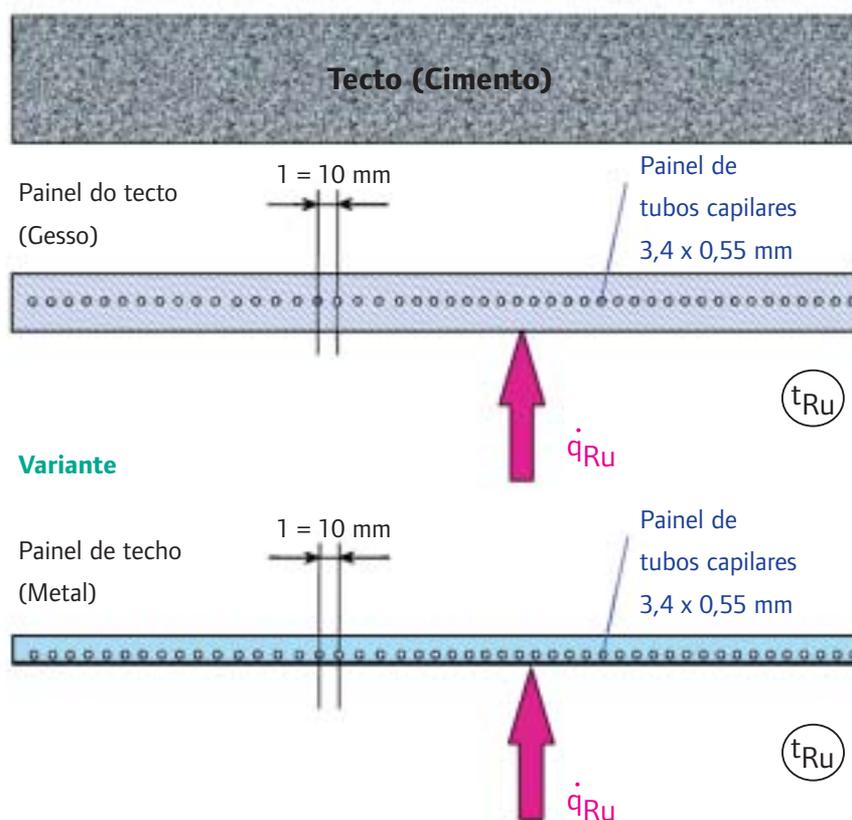


Figura 2.1: Projecto de tectos refrigerantes.

Normalmente, a refrigeração é efectuada através de água a uma temperatura de $14,5^\circ\text{C}$ fornecida por uma máquina de refrigeração. Os tectos refrigerantes (Fig. 2.1) com capacidades de

$50 \dots 90 \text{ W/m}^2$ com um aumento da temperatura de $9,5 \text{ K}$ (habitação / água fria) provaram ser particularmente eficientes.

3. Componentes do sistema

3.1. Polipropileno: Dados e características técnicas

3.1.1. Características gerais

Todas as malhas capilares Uponor são fabricadas em polipropileno, sendo este o resultado da polimerização do propileno. Assim, o polímero é baseado única e exclusivamente em átomos de carbono e hidrogênio.

As malhas de tubos capilares Uponor fabricadas em polipropileno para utilização em tectos refrigerantes e tectos aquecidos têm uma durabilidade de mais de 50 anos.

O material que se utiliza no fabrico das malhas de tubos capilares Uponor é um copolímero de alto peso molecular (Random/copolímero) com uma alta rigidez, dureza e resistência à tensão. As malhas de tubos capilares Uponor caracterizam-se

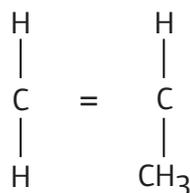
pela sua grande flexibilidade e resistência ao impacto a temperaturas de 0°C.

As características principais do material são:

- Resistência à corrosão
- Baixo peso (9 vezes mais leve que o ferro)
- Soldável
- Baixa força de fricção com as paredes
- Baixo nível de ruído devido ao caudal
- Adequado para elevados níveis de pressão
- Boas propriedades de isolamento térmico ($\lambda = 0,21 \text{ W/mK}$)
- Higiênico
- Não se formam fissuras perante a tensão
- Não são condutores de electricidade

3.1.2. Estrutura química do polipropileno

O polipropileno obtém-se através da polimerização do propileno:



Não existem riscos fisiológicos nem tóxicos com a utilização de polipropileno.

O tipo de polipropileno utilizado no fabrico das malhas capilares Uponor é adequado para uma utilização com água a baixas temperaturas.

3.1.3. Propriedades físicas do polipropileno

3.1.3.1. Alterações no comprimento

As alterações de comprimento devido às alterações de temperatura são maiores em todos os materiais plásticos que nos metais. A Figura 3.1 mostra a dependência do coeficiente de expansão do polipropileno com a temperatura, de acordo com a norma DIN 53752.

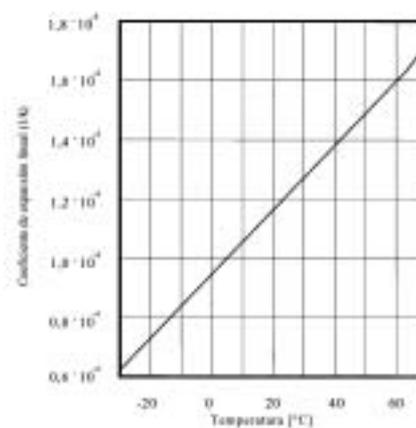


Figura 3.1.: Dependência do coeficiente de expansão linear do polipropileno relativamente à temperatura.

3.1.3.2. Absorção de água

O polipropileno é hidrófugo, isto é, repele a água. As alterações na humidade à sua volta não têm

influência nas propriedades do material.

3.1.3.3. Permeabilidade ao oxigénio

Como se mostra na Figura 3.2, a permeabilidade do oxigénio aumenta com a temperatura no caso do polipropileno. Neste caso, deve-se ter em conta

os detalhes especificados na norma DIN 4726/4728.

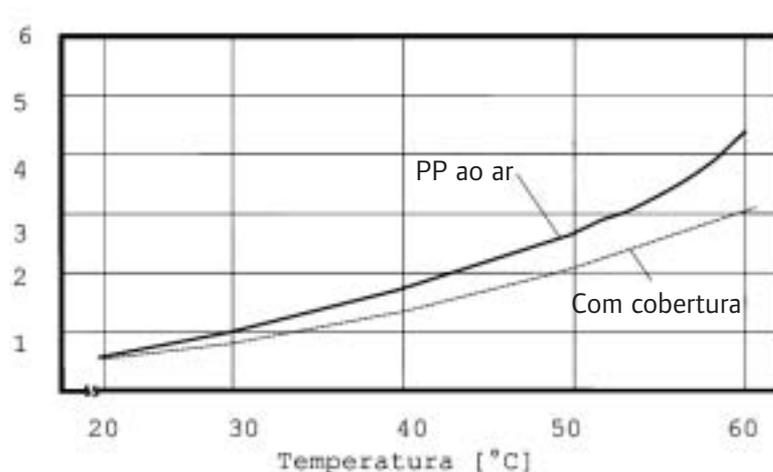


Figura 3.2: Permeabilidade ao oxigénio.

Para evitar os problemas derivados da permeabilidade ao oxigénio das malhas de tubos capilares Uponor, o sistema é dotado de um permutador de calor, o qual isola o circuito secundário, construído completamente em plástico

e sem problemas de corrosão, do circuito primário, assim, ao não estar em contacto com a água do secundário evitam-se os possíveis problemas de corrosão das partes metálicas.

3.1.3.4. Baixa condutividade térmica

A condutividade térmica do polipropileno 0.21 W/mK é muito baixa. Por esta razão, as perdas de

calor no transporte são baixas.

3.1.3.5. Estabilidade aos raios ultravioleta

À excepção do polipropileno negro, todos os outros materiais à base de polipropileno não são adequados para utilização no exterior, uma vez que estes materiais não são resistentes aos raios ultravioletas. Se possível, o material deve ser embalado com uma cobertura que o proteja da luz durante o armazenamento e durante o transporte para o seu destino final. O material não sofre

alterações nas suas propriedades devido a uma exposição temporal à radiação ao nível da luz visível.

No entanto, a incidência prolongada da luz do sol pode ter um efeito negativo nas propriedades do material, particularmente devido à radiação ultravioleta.

3.1.3.6. Pressões de trabalho e máxima durabilidade

Para um período máximo de trabalho de 50 anos, a pressão máxima de trabalho permitida para tubos

fabricados em polipropileno PN 10 com um factor de segurança de 1.5 é o seguinte:

Temperatura	Pressão de trabalho
20 °C	12,9 bar
30 °C	10,9 bar
40 °C	9,2 bar
50 °C	7,7 bar
60 °C	6,5 bar
70 °C	4,3 bar
80 °C	3,2 bar

Podemos observar neste quadro que, para as pressões de trabalho usuais, aproximadamente 2

bar há uma segurança adequada, inclusivamente após 50 anos.

3.1.3.7. Comportamento em caso de incêndio

Os materiais feitos com polipropileno cumprem com a categoria B 2, de acordo com a norma DIN 4102 T2. Assim, tem um grau de inflamação normal. Em caso de incêndio, os produtos

resultantes são totalmente inofensivos. O poder calorífico do polipropileno é de 12.8KWh/Kg.

3.1.3.8. Perdas de carga por fricção

As paredes dos tubos de polipropileno são lisas e não porosas. Por esta razão, as irregularidades na superfície são muito pequenas. Fazendo com que hajam pequenas forças de fricção com as paredes e

uma consequente pequena perda de carga.

3.1.3.9. Propriedades físicas

Propriedade	Método de teste	Resultado
Densidade a 23 °C	ISO 1183, DIN 53 479 A	897 kg/m ³
Alongamento de fractura	ISO 527/1A, 50 mm/min	> 400%
Módulo de Young	ISO 527/1A, 50 mm/min	808 MPa
Módulo de flexão	ISO 178, 2 mm/min	874 MPa
Resistência à flexão	ISO 178, 2 mm/min	30,5 MPa
Ruptura por impacto	ISO 180/1A	
23 °C	2,75 J	22,5 kJ/M ²
0 °C	1,0 J	5,6 kJ/M ²
-20 °C	1,0J	3,4 kJ/M ²
Ruptura por impacto	ISO 180/1C	
23 °C	5,5 J	Sem fractura
0 °C	5,5 J	Sem fractura
-20 °C	2,75 J	38,4 kJ/M ²
Dureza Shore D (15 sek)	ISO 868	60
Temp. de amolecimento	ISO 306, Método A, 50 k/h	131,3 °C
Temperatura de fusão	ISO 3146-19	142,4 °C
Calor específico 20 °C	Calor adiabático	2,0 kJ/kg K
Condutividade térmica (10-60 °C)	DIN 52 612	0,21 W/m K
Estabilidade ao calor HDT-A	ISO 75, Método A	45,2 °C
Dureza Rockwell	ISO 2039-2	50

3.1.3.10. Resistência química

O polipropileno tem uma grande resistência às substâncias químicas devido à sua estrutura não polar, é resistente a soluções aquosas de sais, ácidos não oxidantes e alcalinas. Para temperaturas superiores a 60°C, o polipropileno é resistente a muitos solventes. No entanto, incha em contacto com compostos aromáticos e halogéneos hidrogenados bem como com certos óleos, gorduras e ceras.

A resistência do polipropileno está limitada no que diz respeito a agentes oxidantes fortes como ácido

nítrico, ozono ou ácido sulfúrico fumante.

Os ácidos orgânicos, álcoois e ésteres não atacam normalmente o polipropileno. Na maioria dos casos, causam uma deformação do material e alteram as suas propriedades mecânicas.

Se o polipropileno for exposto a iões de cobre durante um grande período e a elevadas temperaturas, pode ocorrer uma deterioração das propriedades físicas. As peças em contacto com o polipropileno devem ter uma cobertura de cromo ou níquel.

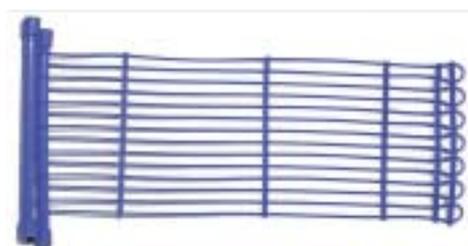
3.2. Descrição do sistema

O sistema de refrigeração por meio de malhas capilares Uponor Slim é composto por:

- **Malhas de tubos capilares** de diâmetro 3.4 ou 4.3 mm e espessura 0.8 mm com uma separação entre tubos de 10 ou 20 mm e tubo colector incorporado, fabricados em polipropileno tipo 3. As malhas estão disponíveis com larguras de 500 e 1.000 mm e comprimentos desde 1 até 6 m.
- **Acessórios de união.** Existem vários tipos de acessórios de união (ver tabela), entre estes estão as uniões de junção rápida Uponor Slim, necessários para a junção de malhas capilares entre si, que permitem realizar as ligações hidráulicas por simples introdução, sem soldadura nem aquecimento.



O resto do sistema completa-se com os colectores, o permutador de calor e o sistema de regulação.



- **Peças distanciadoras**, utilizam-se para fixar os tubos a um passo diferente do habitual (por exemplo, para colocação de pontos de luz).



4. Sistemas Uponor de refrigeração por tecto

4.1. Uponor refrigeração para estuques

As malhas de tubos capilares fixam-se ao tecto bruto e logo se cobrem com estuque. Os estuques tradicionais, como o gesso, calcário, cimento ou insonorizados são perfeitamente adequados. Este tipo de sistema é perfeito para reabilitação de edifícios.



4.2. Uponor refrigeração para placa de gesso cartonado

As tramas podem ser utilizadas na construção seca. Neste tipo de execução as malhas de tubos capilares colocam-se entre a placa de gesso e o isolamento.



4.3. Uponor refrigeração para tectos falsos

Qualquer tipo de tecto falso pode ser utilizado para a colocação das malhas de tubos capilares Uponor Slim, seja qual for a sua forma (lisos, perfurados...).



5. Transferência de calor através da água

5.1. Princípios básicos

A transferência de calor pode-se produzir por três mecanismos básicos:

- Radiação entre duas superfícies
- Convecção entre o ar e uma superfície (corpo humano, parede...)
- Condução entre dois corpos em contacto

No sistema de refrigeração por tecto Uponor, a transferência de calor entre o tecto e o local a climatizar é feita principalmente por radiação e a seguir por convecção.

Neste caso, a transferência de calor produz-se por radiação entre a superfície activa e as superfícies circundantes.

5.2. Transferências globais entre o local e a água

As transferências globais de calor entre o local e a água resultam das transferências por condução, convecção e radiação.

Para o cálculo da temperatura média superficial da superfície emissora deveremos ter em conta que esta é função única da temperatura interior do projecto do local (T_i) e da necessidade térmica (Q). A temperatura média da superfície calcula-se através a seguinte fórmula:

$$Q = \alpha \cdot (T_{ms} - T_i)$$

Onde:

α é o coeficiente de transmissão de calor da superfície radiante ($W/m^2 \text{ } ^\circ C$)

Q é a necessidade térmica por metro quadrado (W/m^2)

T_{ms} é temperatura média da superfície

T_i é a temperatura interior do projecto

α é composto pela soma de dois termos h_c e h_r , que são os coeficientes de transmissão por convecção e radiação, neste caso, α varia entre 7 e $9.5 W/m^2 \text{ } ^\circ C$.

A limitação existe no caso da refrigeração, visto que deveremos ter em conta a temperatura mínima a que se pode levar a superfície para evitar condensações. Por isso, é necessário controlar a temperatura do tecto e evitar que esta chegue ao ponto de orvalho. A temperatura superficial do tecto será sempre controlada pelo sistema de regulação através de uma sonda de temperatura colocada na superfície.

6. Cálculo de cargas térmicas dos locais

O primeiro passo antes do dimensionamento da instalação é conhecer as cargas térmicas a eliminar ou a adicionar (refrigeração ou aquecimento) em cada um dos locais.

As cargas térmicas de um local são as perdas ou ganhos energéticos do referido local que devem ser compensadas pelo sistema de aquecimento ou refrigeração, de forma a garantir as condições de conforto desejadas.

6.1. Classificação e metodologia do cálculo de cargas

Para fazer um cálculo exacto das cargas teria que conhecer o momento em que se produz a carga máxima, para o que teria que fazer um cálculo hora a hora e para qualquer mês.

De qualquer forma, a maioria das instalações tem o momento de carga máxima pelas 15h solares do mês de Julho para refrigeração e pelas 7h solares do mês de Janeiro para aquecimento (no hemisfério norte).

As cargas térmicas de um local podem ser de dois tipos:

- Cargas sensíveis: as que afectam a temperatura
- Cargas latentes: as que afectam a humidade (quantidade de vapor de água).

Antes de iniciar o cálculo de cargas, terá que definir as condições exteriores e interiores do projecto, de acordo com os regulamentos RCCTE e RSECE.

Condições interiores do projecto:

Estação	Temperatura (°C)	Velocidade média do ar (m/s)	Humidade relativa (%)
Verão	23 a 25	0.18 a 0.24	40 a 60
Inverno	20 a 23	0.15 a 0.20	40 a 60

Os valores que se costumam adoptar na prática são:

	Verão		Inverno	
	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)
Conforto geral	25	55	21	40
Lojas comerciais	25	55	20	40
Aplicações com alta carga latente	25	60	20	40

Cargas de refrigeração

Se suelen dividir en cargas exteriores e interiores, dependiendo de su procedencia:

Cargas exteriores

- Cargas através dos isolamentos
- Cargas através de superfícies vidradas
- Carga devido à ventilação
- Carga por infiltrações

Cargas interiores

- Ocupantes
- Iluminação
- Maquinaria / equipamentos

Cargas de Aquecimento

Os componentes da carga são praticamente os mesmos que no caso da refrigeração, mas neste caso, as cargas internas não são perdas de calor mas ganhos, que tenderão a diminuir as necessidades do equipamento proposto:

- Cargas através dos isolamentos
- Carga devido à ventilação
- Carga devido a infiltrações
- Cargas internas

6.2. Modo de refrigeração

Cargas exteriores

Cargas através de isolamentos

$$Q_{\text{sup}} = A \cdot K \cdot \Delta T_e$$

Q_{sup} é a carga por transmissão através de paredes, tectos e pavimentos (W)

A é a área da superfície (m^2)

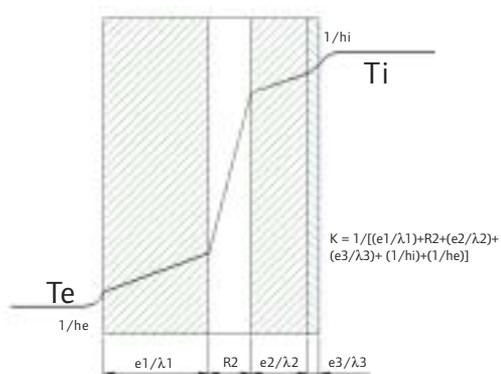
ΔT_e é a diferença de temperatura entre o exterior e o interior ($^{\circ}\text{C}$).

K é o coeficiente global de transmissão de calor ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$)

Coeficiente global de transmissão de calor:

Para isolamentos compostos por várias capas de materiais distintos, o coeficiente de transferência é avaliado como se segue:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \sum \frac{e_i}{\lambda_i} + \frac{1}{h_e}}$$



e_i espessura da camada de material (m)

λ_i condutividade térmica da capa ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{C}$) (Anexos)

h_i coeficiente de convecção interior ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$) (Anexos)

h_e coeficiente de convecção exterior ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$) (Anexos)

Os valores dos coeficientes de convecção e condutividades térmicas dos materiais mais utilizados na construção encontram-se na NBE-CT-79 e reproduzem-se nos Anexos deste manual.

Cargas através de superfícies vidradas

Transmissão por condução-convecção e radiação solar

$Q_{\text{crist}} = K_v \cdot A_v \cdot (T_e - T_i) + A_v \cdot I \cdot F_s \cdot F_{ps}$
 K_v : coeficiente global de transmissão da janela ($\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$)

T_e : temperatura exterior do projecto ($^{\circ}\text{C}$)

T_i : temperatura interior de projecto ($^{\circ}\text{C}$)

A_v : superfície da janela (m^2)

I: intensidade de radiação directa que incide na janela, segundo a seguinte fórmula:

$I = 0.67L + 130$ em W/m^2 onde L é a latitude norte em graus do lugar onde está o edifício.

F_s : é o factor de redução solar devido ao tipo de vidro utilizado (Anexos)

F_{ps} : é o factor de protecção solar devido ao tipo de protecção solar utilizado (Anexos)

Carga devido à ventilação

A ventilação é a renovação do ar interior com o objectivo de assegurar a sua qualidade no interior do local. Pode ser espontânea (infiltrações através de rachaduras) ou forçada. As quantidades de ar de ventilação requeridas segundo as aplicações são indicadas na norma UNE 100011 e podem ser vistas nos Anexos.

$$Q_{\text{janela}} = n \cdot V \cdot \rho \cdot C_p \cdot (T_e - T_i) \cdot 1,163 + n \cdot V \cdot \rho \cdot h_{fg} \cdot (W_e - W_i) \quad (\text{W})$$

n: é o número de renovações por hora do ar do local (1/h)

V: é o volume do local (m^3)

ρC_p : é a densidade pelo calor específico do ar a pressão constante, é uma constante e toma o valor $0.299 \text{ kcal}/\text{m}^3 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

T_i : é a temperatura interior do projecto

T_e : é a temperatura exterior do projecto

h_{fg} : é o calor latente da mudança de fase da mudança de fase da água (J/kg)

W_e : é a humidade do ar exterior (kg/kg)

W_i : é a humidade do ar do local (kg/kg)

Carga devido a infiltrações

É provavelmente a carga mais difícil de estimar porque é altamente subjectiva. Trata-se, como no caso da ventilação, de uma carga instantânea, que contribui tanto com calor sensível como com calor latente ao local: Avalia-se da mesma forma como para a carga de ventilação, substituindo o caudal de ventilação pelo caudal de ar infiltrado.

Cargas internas

$$Q = Q_{\text{pess}} (\text{n}^\circ \text{ pessoas}) \cdot 0,75$$

Ocupantes

Os valores estimados típicos da carga dissipada por uma pessoa (em repouso) são:

$$Q_{\text{sen}} = 60 \text{ kcal/h} = 70 \text{ W}$$

$$Q_{\text{lat}} = 50 \text{ kcal/h} = 60 \text{ W}$$

Além disso, pode-se ter em conta um factor de simultaneidade das pessoas presentes:

Iluminação

O calor despendido pelas luzes de um local é todo calor sensível. Pode-se considerar um valor aproximado de 20 W/m^2 .



7. Projecto do sistema de refrigeração por tecto Uponor

7.1. Aplicação: Tectos refrigerantes

Temperatura interior

Uma vez calculadas as cargas térmicas para o local, aplicaremos as condições interiores de cálculo para saber a temperatura interior a atingir na habitação. Neste caso, a temperatura interior da habitação será $T_i = 25^\circ\text{C}$.

A temperatura percebida é aproximadamente 2K menor que a temperatura da habitação. O ser humano entende a temperatura da habitação como a temperatura média entre a temperatura do ar e da habitação e a temperatura das superfícies que compõem os isolamentos da habitação. A temperatura percebida também é influenciada pelo tipo de roupa e pelo grau de actividade.

Neste sentido, é possível permitir que a temperatura da habitação chegue aos 27°C .

Consequentemente, a capacidade de refrigeração aumenta mas mantêm-se os limites de conforto, já que a temperatura percebida continuará a ser de 25°C .

O factor decisivo para a capacidade de refrigeração será fundamentalmente, dependendo das condições de instalação, a diferença de temperatura entre a temperatura da habitação e a temperatura média da água.

Humidade do ar da habitação

Como no caso da temperatura da habitação, considera-se o mesmo valor que para o cálculo das cargas térmicas. Neste caso, considera-se uma humidade de 50%. Com este valor e a temperatura interior da habitação, pode-se calcular a humidade. Se a temperatura descer abaixo da humidade, o tecto refrigerante provocará problemas de condensação.

Através do diagrama psicrométrico determinaremos o ponto de orvalho, que neste caso para uma temperatura de 25°C e uma humidade de 50% será 13.9°C

Temperatura de impulsão e retorno de água

As temperaturas de impulsão e retorno de um sistema de malhas capilares são determinadas a partir do ponto de orvalho. A diferença entre a temperatura média da água e a temperatura ambiente da habitação é decisiva para a capacidade do sistema. Por esta razão, a temperatura de impulsão deve fixar-se tão próxima, quanto possível, do ponto de orvalho com o necessário factor de segurança, e a variação de temperatura escolhida deve ser relativamente

pequena (2 o 3K). Uma maior variação de temperatura levaria a uma redução do fluxo mássico, mas reduziria o Δt entre a temperatura média da água e a temperatura ambiente, com o que consequentemente se reduziria a capacidade do sistema.

Exemplo:

$T_i = 25^\circ\text{C}$, 50% humidade relativa

$T_{ia} = 14.5^\circ\text{C}$

$T_{ra} = 16.5^\circ\text{C}$

Temperatura média da água:

$$T_m = T_{ra} + [(T_{ra} - T_{ia})/2]$$

Diferença de temperatura entre T_m e T_i

$$T_u = T_i - T_m$$

O valor resultante nas condições usuais é o seguinte:

$$T_m = 15.5^\circ\text{C}$$

$$T_u = 25^\circ\text{C} - 15.5^\circ\text{C} = 9.5 \text{ K}$$

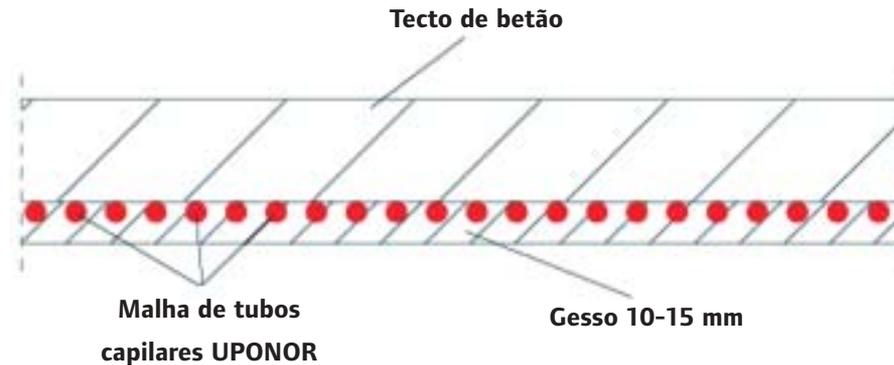
Tipo de tecto

Em princípio, as malhas de tubos capilares Uponor podem ser instaladas sem problema em qualquer tipo de tecto.

O tipo de tecto e a estrutura do tecto refrigerante, ou seja, a localização dos elementos refrigerantes no tecto e os materiais da superfície, têm uma influência decisiva na capacidade específica de um tecto refrigerante.

Os tipos de tecto mais comuns são os seguintes:

- Estuque (sobre cimento):

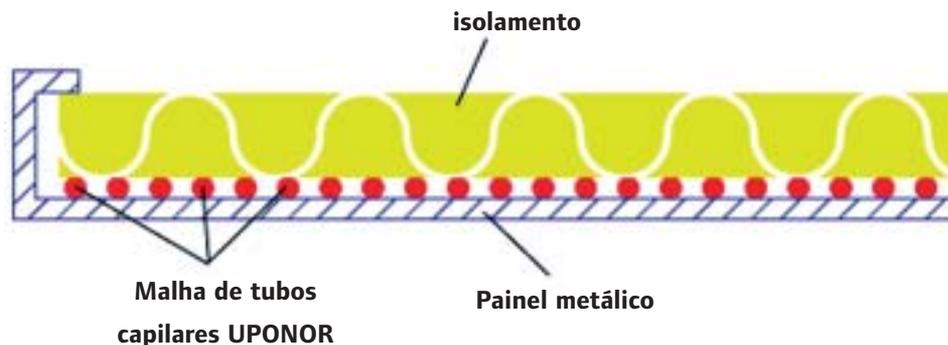


Os tubos capilares das malhas Uponor para tectos em estuque instalam-se embebidos no estuque. Todos os tipos comerciais de estuques, quer sejam de gesso ou de cimento são adequados. Os tubos principais da malha colocam-se em espaços em branco ou em tectos falsos dos locais adjacentes.

Vantagens:

- Altura mínima, especialmente indicado para habitações de pé-direito reduzido.
- Não há perda de altura quando se instala em locais já existentes.

- Tecto falso de painéis metálicos:



Todos os tipos e formas de placas metálicas podem ser equipadas com malhas de tubos capilares Uponor para tectos técnicos. Neste caso, as malhas de tubos capilares juntam-se às placas metálicas e cobrem-se com um isolante.

São Utilizados tubos flexíveis para unir as linhas de impulsão e retorno às malhas de tubos capilares, as respectivas linhas de impulsão e retorno colocam-se nos espaços livres em cima das malhas metálicas.

Vantagens:

- As malhas de tubos capilares estão colocadas sobre a parte interna do tecto e por isso podem ser ligados facilmente aos tubos de ida e retorno.
- A área do tecto é sempre acessível e os painéis podem-se abrir durante o funcionamento do sistema.
- Os tectos metálicos existentes podem ser equipados com o sistema sem qualquer problema.
- União rápida, limpa e sem complicações.

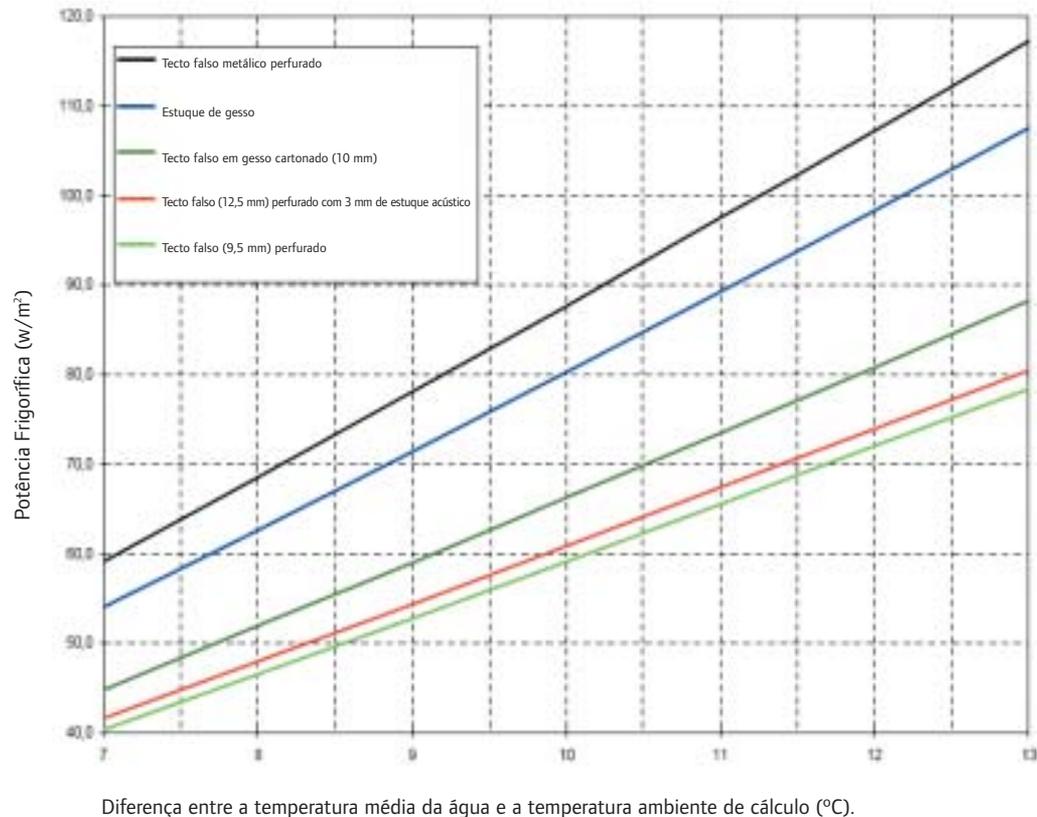
Determinação da capacidade específica de refrigeração.

A capacidade específica de um tecto refrigerante é calculada através de testes certificados (DIN 4715) dependendo do tipo de tecto. Estes certificados contêm detalhes exactos sobre o tipo de tecto e de estrutura.

A norma DIN baseia-se numa diferença entre a temperatura média da água e a temperatura ambiente de 10 K, mas neste caso essa diferença

de temperaturas geralmente não se pode escolher, devido à separação de segurança do ponto de orvalho.

De acordo com os parâmetros de cada tipo de tecto e a diferença de temperaturas entre a temperatura média da água e a temperatura ambiente, a capacidade específica e as condições do projecto podem ser determinadas através do seguinte diagrama:



Exemplo:

Estuque 10-15 mm

$$T_i = 25^\circ\text{C}$$

$$T_{ia} = 14,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ra} = 16,5^\circ\text{C}$$

$$T_{ma} = 15,5^\circ\text{C}$$

$$T_u = 25^\circ\text{C} - 15,5^\circ\text{C} = 9,5^\circ\text{C}$$

$$Q = 81,57 \text{ W/m}^2$$

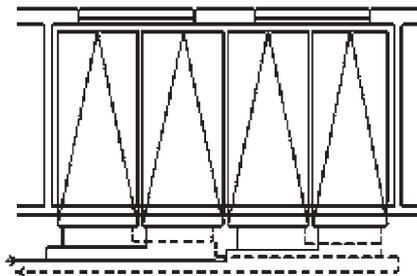
Capacidade total do tecto refrigerante

A capacidade total do sistema calcula-se multiplicando a capacidade específica pela superfície activa da habitação. Se esta potência frigorífica não for suficiente para resistir às cargas térmicas da habitação, a porção que se mantiver deverá ser eliminada por ventilação ou por outros sistemas.

Inclusivamente se a potência necessária para vencer as cargas da habitação, for menor que a potência frigorífica fornecida por toda a superfície do tecto, este deve ser coberto completamente de forma a proporcionar um perfil uniforme de temperaturas na habitação. O tamanho das malhas bem como o tipo de malha dependem do projecto do tecto.

A superfície de instalação numa zona nunca pode somar 100% da superfície do tecto. Depende da execução e do projecto do tecto assim como das uniões instaladas. Como norma, o grau de instalação deve situar-se por volta dos 75%. Devido à flexibilidade dos tubos capilares, podem-se deixar vazios para a colocação de lâmpadas, pulverizadores, altifalantes e objectos similares, simplesmente desviando o traçado dos capilares.

Exemplo:



Estuque 10-15 mm

Superfície do tecto: 4.5 m x 4.25 m

Superfície activa: 17.2 m² 90% da superfície total

Potência frigorífica: $Q = A \times q$

$Q = 17.2 \text{ m}^2 \times 81.6 \text{ W/m}^2 = 1403 \text{ W}$

Projecto de circuitos.

O sistema de malhas de tubos capilares Uponor, normalmente liga-se separadamente do resto do sistema por um permutador de calor. Isto é devido à permeabilidade do oxigénio do polipropileno, que liberta o secundário (construído todo em plástico), do primário, de forma a evitar a corrosão dos elementos do primário.

Cada local ou zona independente estará dotado de um circuito independente. Deste modo, é possível a regulação de temperaturas de cada compartimento de forma independente.

A perda de carga total, será a maior de entre as perdas de carga de todos os traçados possíveis que a água pode seguir desde a impulsão da bomba circuladora até ao seu retorno a esta.

Perdas de carga dos circuitos

As perdas de carga do circuito são determinadas pela soma das perdas de carga das malhas capilares, dos tubos, dos elementos singulares (colectores, joelhos, derivações...), e a perda de carga do permutador de calor.

Caudal mássico e perdas de carga das malhas capilares Uponor

O caudal mássico requerido determina-se normalmente a partir da capacidade de refrigeração específica requerida ou a partir de valores experimentais para caudais mássicos normais baseados na execução de diferentes variantes do sistema.

Assim, são estabelecidas as bases para determinar as perdas de carga, as quais estão consideravelmente afectadas pelo comprimento das malhas capilares. Quanto maior for o comprimento das malhas de tubos capilares e quanto mais alto for o fluxo da massa, mais elevadas serão as perdas de carga por malha, que aumentam linearmente.

A influência da largura das malhas, quando as dimensões são as habituais (comprimento > largura), é praticamente depreciável. No entanto, se entre as medidas, a relação é a contrária (comprimento < largura), é necessário realizar um cálculo mais exaustivo.

Se os painéis estiverem ligados à linha de impulsão em paralelo e forem todos do mesmo tamanho dentro de uma mesma zona, não será necessário um balanço hidráulico adicional.

$$m_{\text{esp}} = q_{\text{espec}} / (\Delta T \times 1,16) \text{ kg/h}$$

Ejemplo: Tecto enlucido 10-15 mm

$T_i = 25^\circ\text{C}$

$T_{ia} = 14.5^\circ\text{C}$

$T_{ra} = 16.5^\circ\text{C}$

$m_{\text{esp}} = 81.6 / (2 \times 1.16) = 35.17 \text{ kg/hm}^2$

Tipo de panel: Distancia entre tubos 20 mm, diámetro de los tubos 4.3 mm, Anchura 1000 mm, Longitud 4500 mm.

Caudal mássico por panel

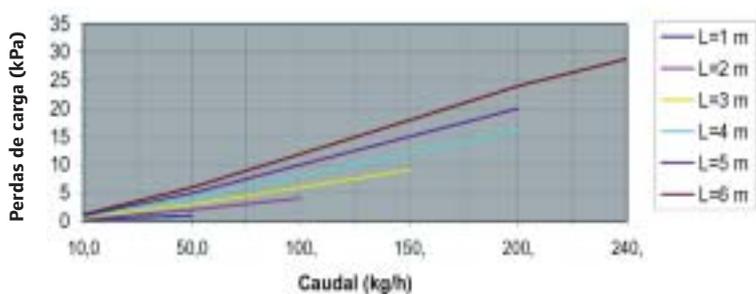
$M = m_{\text{espec}} \times A$

$M = 35.17 \text{ kg/hm}^2 \times 4.5 \text{ m}^2$

$M = 158.2 \text{ kg/h}$

$\Delta P_{\text{panel}} = 13.7 \text{ kPa}$

Malhas capilares para tecto em estuque de 1 m de largura



Exemplo: Tecto estuque 10-15 mm

Ti = 25°C

Tia = 14.5°C

Tra = 16.5°C

$m_{\text{esp}} = 81.6 / (2 \times 1.16) = 35.17 \text{ kg/hm}^2$

Tipo de malha: Distância entre tubos 20 mm, diâmetro dos tubos 4.3 mm, Largura 1000 mm, Comprimento 4500 mm.

Caudal mássico por malha

$M = m_{\text{espec}} \times A$

$M = 35.17 \text{ kg/hm}^2 \times 4.5 \text{ m}^2$

$M = 158.2 \text{ kg/h}$

$\Delta P_{\text{malha}} = 13.7 \text{ kPa}$

Perdas de carga dos tubos de ida e retorno

As perdas de carga dos tubos de ida e retorno são determinadas a partir dos métodos clássicos de cálculo. No gráfico seguinte podemos obter

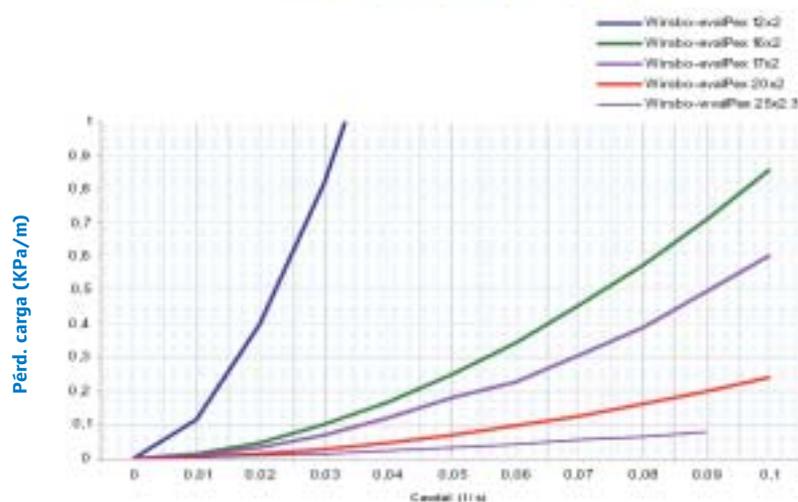
os valores da perda de carga em kPa/m em função do caudal em l/s.

Perdas de carga UPONOR wirsbo-evalPEX 12x2, 16x2, 17x2 e 20x2 - Temperatura 15°C

Factores de corrección para otras temperaturas

°C: 50 45 40 35 30

Factor: 1,050 1,025 1,000 1,020 1,040



Seguindo o exemplo anterior:

Linha de impulsão Uponor Wirsbo-evalPex 20x1,9mm;

4 malhas de tubos capilares de 4.5 m² y 35.2 kg/hm²

$m = m = 0.17 \text{ l/s}$

$\Delta P = 0.4 \text{ KPa/m}$

entrando no gráfico de curvas características. Irá escolher a velocidade que pode colocar em cima do ponto característico de funcionamento da instalação.

Ao estar situada no secundário, deve-se escolher uma bomba resistente à corrosão.

Perdas de carga no permutador de calor

As perdas de carga no permutador de calor determinam-se a partir das instruções do fabricante em função das condições de serviço (tamanho de permutador, capacidade, caudais mássicos, primário/secundário, etc...)

Projecto do permutador de calor

Tal como a bomba, o permutador de calor deve ser resistente à corrosão.

O permutador de calor será escolhido em função da capacidade requerida para as temperaturas correspondentes de primário e secundário.

Projecto da bomba

A partir da perda de carga total do sistema e do caudal, determina-se a bomba a seleccionar

8. Regulação e controlo

8.1. Regulação de temperatura ambiente. Uponor CoSy Radio

Uponor CoSy Radio é um sistema de regulação de temperatura ambiente especialmente configurado para trabalhar em conjunto com a Unidade de controlo de Aquecimento e refrigeração Uponor. A sua missão é obter uma temperatura óptima em cada habitação, independentemente da temperatura de outras habitações ou estâncias de um modo que resulte de forma fácil rápida e cómoda de instalar.

Pode ser utilizado em habitações, edifícios de escritórios, edifícios públicos e indústrias. A

instalação deste sistema evita as ligações eléctricas a partir dos termóstatos.

O sistema é composto por Termóstatos Uponor CoSy Radio, Unidade base Uponor CoSy Radio e eventualmente Antena.

O sistema é capaz de mudar automaticamente entre os modos de Verão e Inverno para adaptar-se às necessidades térmicas interiores em cada momento.

8.1.1. Termostato sem fios Uponor CoSy Radio

O termostato não necessita de nenhum tipo de ligação eléctrica já que envia os sinais por meio de rádio frequência à Unidade base. A temperatura desejada fixa-se ao rodar o selector.

Existe um sistema de bloqueio de temperaturas ao que se acede extraíndo a tampa do selector.

Pode-se activar a temperatura de redução nocturna num dos laterais do termóstato, embora esta possa programar-se ligando o termóstato a um programador exterior.

Existe um modelo de Termostato, especial para recintos públicos que possui um invólucro exterior especialmente desenhado para evitar a manipulação do termóstato.



Termostato Uponor CoSy Radio

8.1.2. Unidade base Uponor CoSy Radio

É a unidade receptora dos sinais emitidos pelos Termóstatos Uponor CoSy Radio.

Estes sinais são emitidos pela Unidade Base às cabeças electrotérmicas Uponor, de forma a que se produza um controlo térmico independente circuito a circuito.

A Unidade Base é capaz de receber os sinais até 8 Termóstatos Uponor CoSy Radio e controlar até 12 cabeças electrotérmicas Uponor. Esta Unidade Base será instalada perto do colectore e liga-se a 220 V.

No caso em que os sinais emitidos pelos Termóstatos não sejam recebidos correctamente pela Unidade Base (por exemplo, se existe uma superfície metálica entre ambos), será instalada uma antena externa.



Unidad Base Uponor CoSy Radio, Antena e Termostato

8.1.3. Cabeças electrotérmicas

As cabeças electrotérmicas Uponor são actuadores electrotérmicos que se instalam, por meio de rosca sobre cada saída do colectores de retorno Uponor. Estes recebem sinais eléctricos do sistema de regulação Uponor CoSy Radio e, em função deles, controlam o caudal de água às malhas capilares Uponor.

Assim a colocação das cabeças electrotérmicas em cada saída do colectores permite controlar de forma independente a temperatura ambiente em cada local.

As cabeças electrotérmicas fazem parte de todos os sistemas Uponor de regulação individual de temperatura. Cada cabeça deve ser enroscada

totalmente para assegurar o fecho correcto da passagem da água, no caso de ausência de sinal eléctrico procedente do termóstato. Verificar se a rosca de saída do colectores está limpa antes de colocar a cabeça.

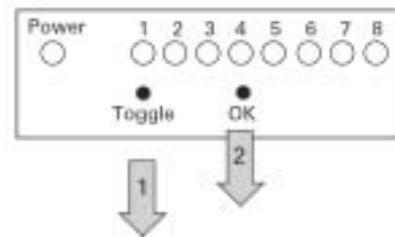


8.1.4. Programação

O painel da Unidade Base CoSy Radio é formado por uma série de LEDs e botões que indicam o seguinte: Tensão (POWER), 8 LEDs, um por canal, e dois botões de entrada TOGGLE e OK.

Quando a Unidade base recebe um sinal de termóstato, o correspondente LED pisca lentamente de 2 a 3 vezes.

Quando a cabeça electrotérmica é activada, conforme existe a necessidade de calor ou frio (modos Verão ou Inverno), o correspondente LED ilumina-se.



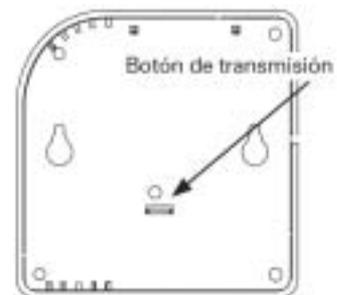
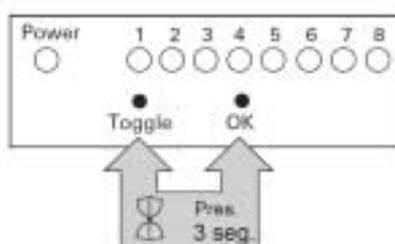
2.-Atribuição dos termostatos aos canais.

- Pressione, com a ajuda de uma esferográfica, o botão de transmissão na parte posterior do termóstato e solte em seguida.
- Pressione TOGGLE para seleccionar o canal livre seguinte.
- Quando o LED para o canal requerido pisca lentamente, pressione e mantenha OK até o LED fixar a luz para confirmar a programação. O LED piscará rapidamente quando ocorrer o processo.



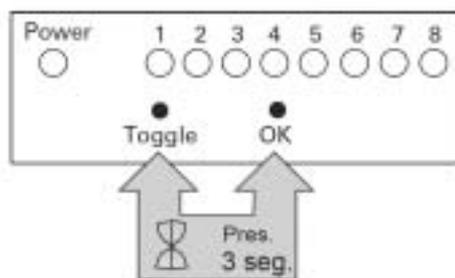
1.- Unidade Base no modo programação.

- Assegure-se que POWER está iluminado.
- Pressione TOGGLE e OK simultaneamente durante três segundos; os LEDs piscarão rapidamente.



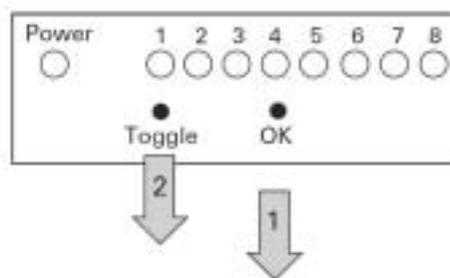
3.- Desprogramar um termostato.

- Se pressionar e mantiver os botões TOGGLE e OK durante 3 segundos os LEDs piscarão rapidamente. Primeiro solta-se o botão OK e depois o botão TOGGLE. Então a unidade base altera para o modo eliminar.
- Pressione o botão TOGGLE para seleccionar o canal a desprogramar.
- Quando o LED do canal seleccionado pisca



lentamente, pressiona-se o botão OK e não se solta até que o LED deixe de piscar e se apague.

- Realiza-se o mesmo processo com cada canal a desprogramar.
- Completa-se o processo de desprogramação pressionando o botão TOGGLE durante 3 segundos. Caso contrário a Unidade base voltará à sua situação inicial.



8.2. Regulação de temperatura de impulsão

A Unidade de Controlo de aquecimento e refrigeração Uponor é óptima para o controlo de instalações Uponor refrigeração. Depois de ligada à central Unidade Base Uponor CoSy Radio, a alteração entre modos Verão e Inverno produz-se automaticamente em toda a instalação em função das condições exteriores e interiores. Nos momentos posteriores à alteração de modo, a central ordenará picos temporais de temperatura de água para favorecer a rapidez da mudança.

A sonda interior de temperatura e humidade relativa conjuntamente com os sensores de tecto e temperatura de água calcula a temperatura de

orvalho e compara este valor com a temperatura do tecto; isto permite situar as condições de refrigeração sempre afastadas do ponto de condensação. O controlo permanente da temperatura de orvalho e da temperatura do tecto possibilita que o sistema de controlo seja capaz de maximizar, a todo momento, a temperatura de refrigeração disponível.

A central possui contactos para activar motores externos apenas em aquecimento ou apenas em refrigeração (desumidificadores, ventiladores, etc...) Todos os valores do sistema vêm pré-programados de fábrica, mas podem ser alterados e armazenados no cartão de controlo e memória.

8.2.1. Unidade de controlo de aquecimento e refrigeração Uponor

A Unidade de controlo de aquecimento e refrigeração Uponor optimiza o funcionamento da instalação em função das condições interiores e exteriores ambientais. Em refrigeração o equipamento evita as possíveis condensações resultantes de uma alta humidade relativa ambiental. O equipamento é composto de:

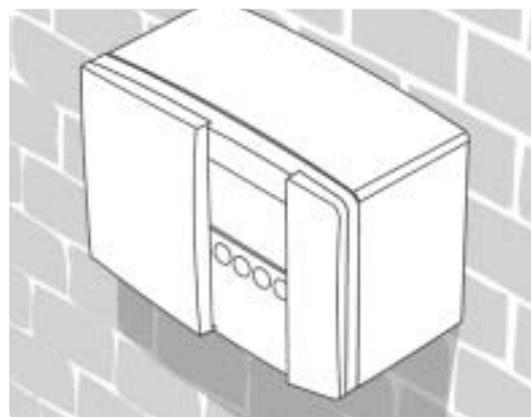
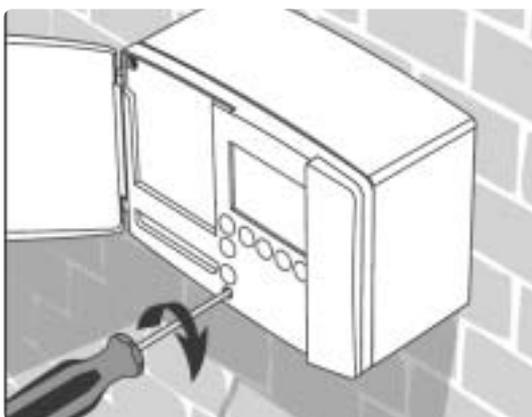
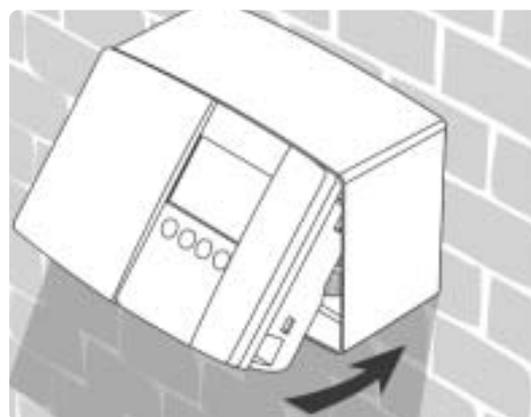
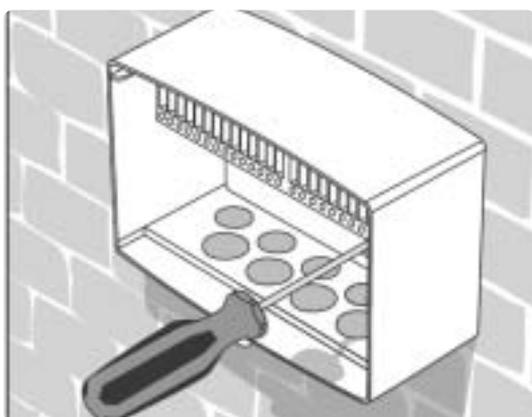
- Central de regulação
- Cartão de controlo e memória
- 4 sondas de temperatura superficial
- 1 sonda de temperatura de impulsão de água
- 1 sonda de temperatura exterior
- 1 sonda interior de temperatura e humidade
- 1 Servomotor térmico

- 2 Válvulas motorizada de zona AMZ DN20

A Unidade de controlo de aquecimento e refrigeração Uponor permite monitorizar e programar todos os parâmetros relevantes da instalação, tanto em refrigeração como em aquecimento.



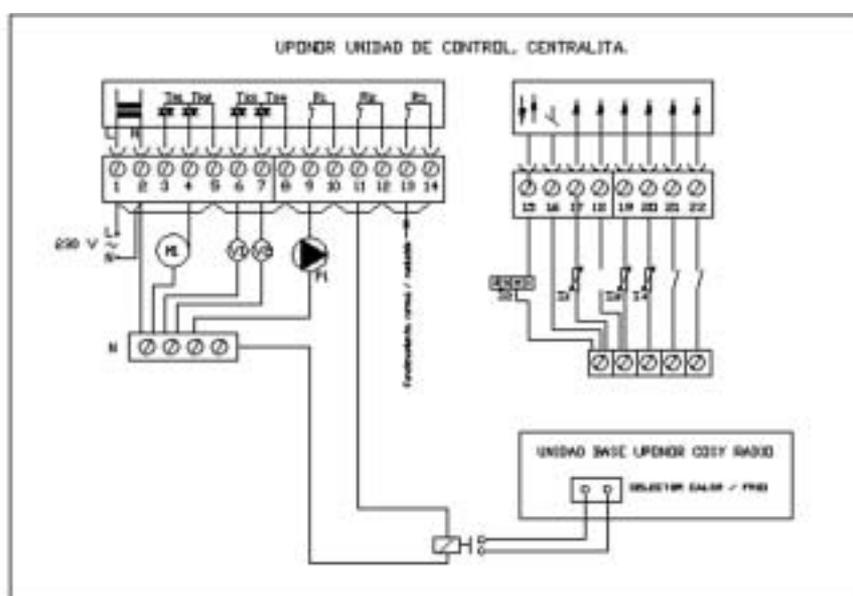
8.2.2. Esquema de montagem da unidade de controlo Uponor



1.- Monte a caixa terminal sobre uma parede lisa.
2.- Estabeleça as uniões eléctricas e coloque a Unidade de Controlo na caixa.

3.- Prenda a unidade de controlo com o parafuso fixador.

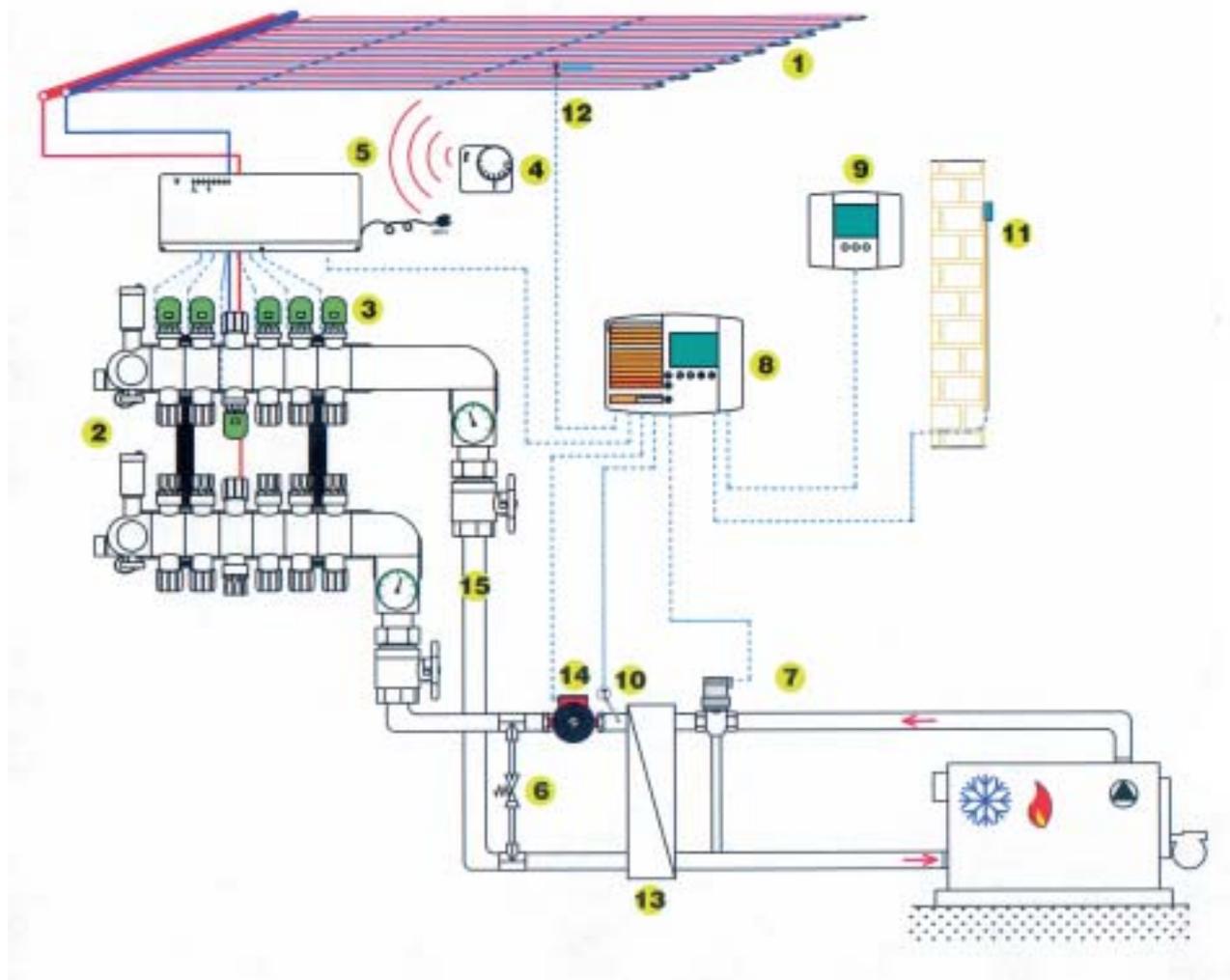
Diagrama de ligação de sondas e mecanismos à central.



M1: Servomotor para válvula proporcional
V1: Servomotor para válvula tudo/nada Aquecimento
V2: Servomotor para válvula tudo/nada refrigeração
P1: Circulador

S1: Sonda exterior
S2: Sonda interior de temperatura e humidade
S3: Sonda de impulsão
S4: Sonda de superfície

8.3. Esquema de instalação



1. Uponor malha de tubos capilares.
2. Colector.
3. Cabeça electotérmica.
4. Termostato Uponor CoSy Radio.
5. Unidade base Uponor CoSy Radio.
6. Válvula diferencial de pressão.
7. Válvula de três vias.
8. Uponor Unidade de controlo refrigeração - Aquecimento.
9. Sensor de temperatura/ humidade relativa.
10. Sonda de temperatura de impulsão de água.
11. Sonda de temperatura exterior.
12. Sonda de temperatura interior.
13. Permutador de placas.
14. Circulador.
15. Tubagem Usonor Wirsbo-Eval Pex.

9. Montagem

9.1. Montagem para tecto com estuque de gesso. Edificação não residencial

Passo 1. Una as malhas capilares entre si, através das uniões rápidas dos tubos distribuidores.

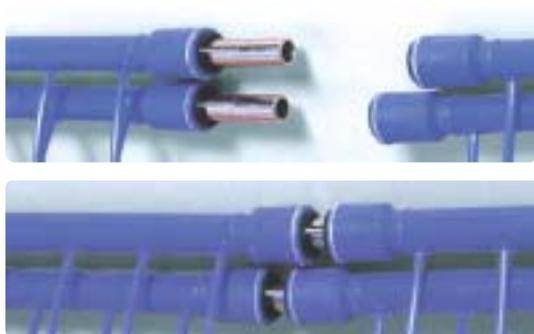


Figura 1.- União rápida entre tubos distribuidores através de unidades de junção rápida Uponor.

Passo 2. Fixe as malhas capilares ao tecto, por exemplo, com uma guia. E depois fixe os tubos distribuidores.



Figura 2.- Fixação, com guias, das malhas capilares ao tecto.

Paso 3. Projecte uma primeira camada de gesso sobre o tecto.



Figura 3.- Projecção da primeira camada de gesso sobre o tecto.

Passo 4. Estenda as malhas capilares sobre o gesso fresco do tecto e exerça pressão sobre elas. Realize a prova de estanqueidade a 6 kg/cm².



Figura 4.- Extensão das malhas capilares sobre a primeira camada de gesso.

Passo 5. Projecte o estuque sobre as malhas previamente fixadas ao tecto.



Figura 5.- Projecção de estuque de gesso sobre as malhas capilares.

9.2. Montagem para tecto com estuque de gesso. Habitação unifamiliar

Passo 1. Una as malhas capilares entre si, pelas uniões rápidas dos tubos distribuidores.

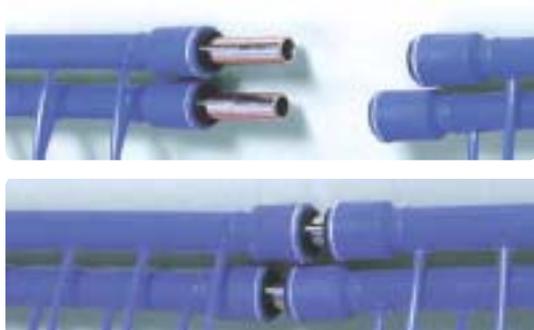


Figura 1.- União rápida entre tubos distribuidores da união rápida Uponor.

Passo 2. Fixe os tubos distribuidores ao tecto. Estenda as malhas capilares e fixe-as ao tecto.



Figura 2.- Fixação, por meio de agrafes, das malhas capilares ao tecto.

Passo 3. No caso de sótãos isola-se primeiro o tecto (por meio de painéis de poliestireno expandido, extrudido, cortiça...).



Figura 3.- Uponor malhas capilares cobertura baixa

Passo 4. Realize a prova de estanquecidade a 6 kg/cm². certifique-se que retirou os cabos eléctricos antes de aplicar o estuque (utilize os distanciadores Uponor para abrir o espaço correspondente).



Figura 4.- Cavidades para a saída de cabos eléctricos.

Passo 5. Projecte o estuque sobre as malhas previamente fixadas ao tecto.



Figura 5.- Projecção de estuque de gesso sobre as malhas capilares.

9.3. Montagem para tectos falsos

Passo 1. Cole as malhas capilares aos módulos de tecto falso (gesso ou metálico). Posteriormente coloque o isolamento térmico (lã rocha ou poliestireno) sobre a superfície dos capilares.



Figura 1.- Colagem da malha capilar sobre um módulo de tecto falso metálico.

Passo 2. No caso de tectos falsos de gesso, fixe mecanicamente as malhas capilares sobre as guias, entre as quais deve ter colocado o isolamento térmico (lã rocha ou poliestireno).



Figura 2.- Malhas capilares sobre guias e sob lã rocha em tecto falso de gesso.

Passo 3. Fixe ao tecto firme os tubos Uponor Wirsbo-evalPex 20x1,9, de ligação com os colectores Uponor. Ligue as malhas capilares Uponor entre si ou com a tubagem Uponor Wirsbo-evalPex 20x1,9 correspondente (ida ou retorno). Para isso utilize os tubos flexíveis de união Uponor 10mm.

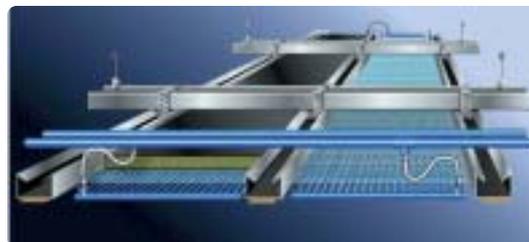


Figura 3.- Esquema de ligação, por meio de tubos flexíveis de união Uponor 10 mm, entre tubos Uponor Wirsbo-evalPex (fixas ao tecto firme) e malhas capilares Uponor.

Passo 4. Realize a prova de estanqueidade a 6 kg/cm². De seguida, coloque os módulos de tecto falso.



Figura 4.- Montagem dos módulos do tecto falso.

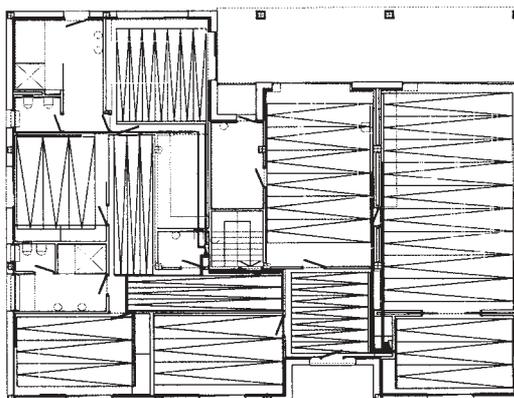
10. Exemplo de cálculo

DADOS INICIAIS

Suponhamos uma habitação de um só piso, com 5 quartos, uma cozinha, uma sala de jantar e as zonas de distribuição, a superfície total a climatizar será de 200 m², e a superfície coberta pelas

malhas de Uponor tubos capilares será de 166 m², ou seja 83% da superfície a climatizar. Segundo o cálculo de cargas obtemos uma potência frigorífica necessária total de 13,5 kW.

Temperatura exterior: 31°C
 Humidade relativa exterior: 60%
 Temperatura interior do projecto: 25°C (condições de conforto RSECE)
 Temperatura mínima superficial tecto: 16°C



RESULTADOS

PISO 1

Colector	Zona	Área (m ²)	Linha	Nº Malhas	Comprimento (m)	Largura (m)	T. imp (°C)	T. ret (°C)	T. med (°C)	T. amb (°C)	W/m ² malha	Caudal esp (kg/hm ²)	Caudal l/s
C1	Sala de Jantar	52,3	L1	3	5	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,16
			L2	3	5	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,16
			L3	3	5	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,16
	Cozinha	31,1	L4	3	4	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,12
			L5	3	4	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,12
	Quarto 1	15,1	L6	3	4,5	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,14
	Corredor	13,1	L7	7	3	0,5	15	17	16	25	86,33	37,21	0,11
C2	Quarto 2	17,50	L1	3	5	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,16
	Quarto 3	15,70	L2	3	4,5	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,14
	Quarto 4	13,60	L3	3	4	1	15	17	16	25	86,33	37,21	0,12
	Quarto 5	18,60	L4	7	4	0,5	15	17	16	25	86,33	37,21	0,14
	Corredor	22,80	L5	3	6	0,5	15	17	16	25	86,33	37,21	0,09
			L6	3	6	0,5	15	17	16	25	86,33	37,21	0,09

Superfície total a climatizar m²: 200
Superfície total malhas m²: 166
Potência Total (kW): 14,29

CÁLCULO DE MATERIAIS

MALHAS CAPILARES UPONOR

Uds.	Código	DESCRIÇÃO
7	SB20300050022	Uponor Malha de tubos capilares 3x0,5 m
9	SB204000100022	Uponor Malha de tubos capilares 4x1 m
7	SB20400050022	Uponor Malha de tubos capilares 4x0,5 m
6	SB204500100022	Uponor Malha de tubos capilares 4,5x1 m
12	SB205000100022	Uponor Malha de tubos capilares 5x1 m
6	SB20600050022	Uponor Malha de tubos capilares 6x0,5 m

TUBAGEM UPONOR wirsbo evalPEX

Metros	Código	DESCRIÇÃO
200	110302010	UPONOR wirsbo evalPEX 20x2,0

ACESSÓRIOS

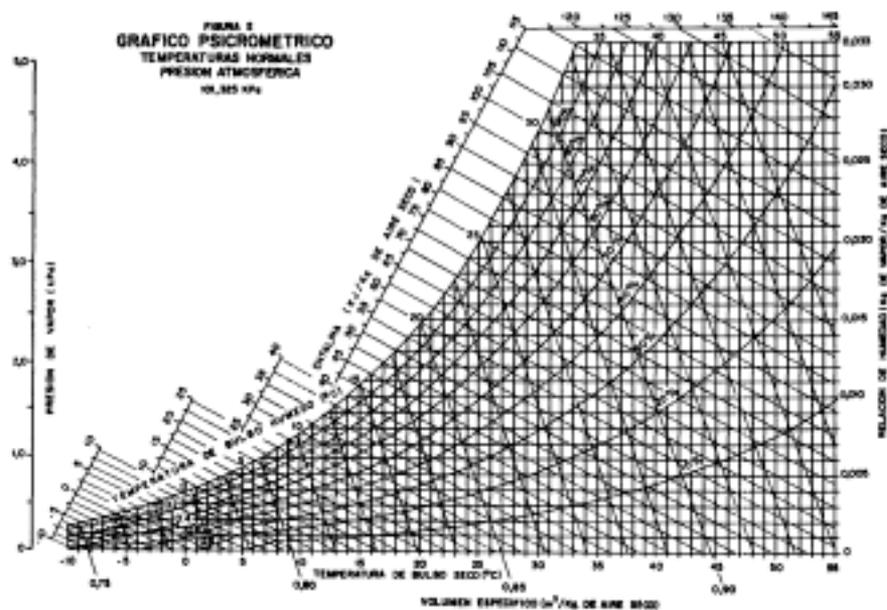
Quant.	Código	DESCRIÇÃO
68	490100	Uponor União rápida 15 mm
26	490101	Uponor Tampão terminal 15 mm
26	490210	Uponor União macho 1/2"x15
10	490500	Uponor Anel de protecção 15 mm
26	474151242	Uponor União 20x1/2"
26	470200011	Uponor Anel Q&E 20

COLECTORES

Quant.	Código	DESCRIÇÃO
2	801201	Uponor Kit colector -2 saídas
9	801221	Uponor Conjunto básico-1 saída
2	80124	Uponor Conjunto de ligação angular
13	80125	Uponor Conjunto espaçador
2	880000507	Uponor Caixa metálica para colectores- 5 a 7 saídas

REGULAÇÃO

Quant.	Código	DESCRIÇÃO
13	78594	Uponor Cabeça electrotérmica
1	4260400	Unidade de controlo de aquecimento e refrigeração
2	80446	Unidade base Uponor Wirsbo CoSy radio 220V
9	80440	Termóstato Uponor Wirsbo CoSy radio



uponor