

PROJECTO DE EXECUÇÃO
ENERGIA SOLAR

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
CADERNO DE ENCARGOS

MARÇO DE 2016

ÍNDICE

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1. INTRODUÇÃO	3
2. CONCEPÇÃO GERAL	3
3. DIMENSIONAMENTO	4
4. MATERIAIS	6
5. BIBLIOGRAFIA	6
6. NOTA FINAL	6

CADERNO DE ENCARGOS

1. DEFINIÇÃO DA EMPREITADA	7
2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DAS REDES	11
3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS	17

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo constitui o Projecto de Execução das Instalações Solares previstas para aquecimento das águas quentes sanitárias do novo edifício dos balneários das piscinas municipais descobertas em Portel.

Neste estudo é apresentada apenas a solução relativa à captação da energia solar, sendo que toda a acumulação e sistema de apoio estão definidos no projecto da Central Térmica relativa à rede de abastecimento de água.

2. CONCEPÇÃO GERAL

2.1. Caracterização do Edifício

Trata-se de um edifício construído de origem composto apenas por piso térreo e cobertura plana. O piso térreo é ocupado essencialmente por vestiários/balneários, instalações sanitárias e central térmica.

Os principais pontos de consumo de água são as instalações sanitárias e a central térmica no piso térreo.

2.2. Princípio de Funcionamento da Instalação

O sistema solar térmico tem como objectivo a produção e fornecimento de AQS, captando a energia solar e transferindo-a para a água de consumo. Desta forma assegura-se uma economia na utilização dos sistemas tradicionais de produção de AQS, reduzindo a factura energética inerente às fontes de energia convencionais e a dependência das suas flutuações.

A captação de energia solar é realizada por intermédio de colectores solares planos instalados num local com exposição solar adequada. A energia é transferida para o fluido solar, que deverá conter as proporções de água e sua dureza e dos inibidores de corrosão adequados, e anticongelante (glicol) de acordo com as temperaturas mínimas registadas no local onde serão instalados, de modo a proteger convenientemente a instalação hidráulica.

O circuito primário onde circula o fluido solar que transporta a energia será em anel fechado, com retorno ao campo de colectores solares. Deverão ser contemplados os correspondentes grupo de circulação e de segurança assegurando assim o bom funcionamento da instalação. O caudal em circulação deverá ser devidamente ajustado por forma assegurar um rendimento adequado da instalação, em função do número de colectores solares instalados.

O controlo deverá fazer uma medição diferencial dos pontos de maior temperatura do circuito (no avanço dos colectores) e de menor temperatura (no depósito de acumulação), actuando a bomba de circulação somente quando a energia solar disponível assim o justifique, otimizando o rendimento da instalação. Quando a sonda de temperatura do depósito atingir a temperatura máxima pretendida é enviado um impulso para a válvula, que comuta a circulação de fluido para o circuito de retorno, impedindo o sobreaquecimento do depósito.

Para a energia solar contribuir para a produção de AQS será necessário prever um depósito de acumulação. O apoio de produção de AQS, quando a energia solar não estiver disponível não foi considerado, a pedido do Dono de Obra, dado que se trata de um edifício com utilização apenas no Verão.

3. DIMENSIONAMENTO

3.1. Número de Utilizadores / Capacidade Total

Para efeito de dimensionamento dos equipamentos integrados no sistema solar térmico de aquecimento de AQS, consideram-se os seguintes pressupostos:

Tipologia	Quant.	Área de painéis
Consumo total de AQS 60 °C		3750 lts
Nº colectores/ área total captação	18	40.50 m2
Localidade	Portel	
Orientação dos colectores	Sul	
Tipo de Superfície (telhado)	Cobertura plana	
Inclinação dos colectores	Inclinados a 30º	

3.2. Desempenho Energético do Sistema

Os cálculos para a determinação do desempenho energético do sistema foram efectuados com o SOLTERM, software disponibilizado pelo INETI (Entidade oficial governamental).

Com base nos valores retirados do *software* disponibilizado pelo INETI (Entidade oficial governamental), o sistema solar apresenta os seguintes valores:

- Fracção solar: **79.10%**

- Produtividade: **467 kWh / [m² colector]**

Para que o sistema possa cumprir os valores apresentados será necessário uma área de captação solar, para os pressupostos admitidos, de **40.50 m²**.

A fracção solar anual do sistema será assim de **18927 kWh /ano**.

3.3. Circuito Primário – Diâmetro das Tubagens

Para a determinação do diâmetro das tubagens do circuito primário, calculou-se o caudal através da seguinte fórmula:

$$Q = \pi \cdot (d^2/4) \cdot v$$

em que, Q - caudal circulante (m³/s)

d – diâmetro interno do tubo (m)

v – velocidade de passagem do fluido (m/s)

A definição da secção da tubagem é condicionada principalmente pela limitação da velocidade a 0,5 – 0,8 m/s. Assim, para o troço principal do circuito primário o diâmetro máximo definido foi o **Ø28mm**.

3.4. Acessórios da Instalação

A instalação solar térmica é composta por vários acessórios, entre os quais se destacam os seguintes:

3.4.1. Bomba de Circulação

A bomba de circulação garante a circulação do fluido no circuito primário, sendo comandada por um controlo diferencial que faz a gestão da instalação. Esta bomba, derivado dos diâmetros seleccionados não levarem a uma perda de carga muito elevada, deverá ter as seguintes características:

- caudal – 900 l/h
- altura manométrica – 1,23 mca

3.4.2. Vaso de Expansão

Com o aumento da temperatura do fluido, este dilata e o vaso de expansão tem como função “encaixar” esta dilatação. Neste caso, o fluido do circuito primário pode vaporizar, logo o vaso de expansão terá de suportar também o volume de fluido presente nos colectores. As suas características são:

- localização – a jusante da bomba
- volume – 80 litros

De modo a facilitar a instalação do sistema solar foi definido um grupo de circulação hidráulica, minimizando ao mesmo tempo os custos de manutenção e instalação. O grupo de circulação é

composto por válvulas, termómetro, bomba circuladora, regulador de caudal, caudalímetro e separador de ar.

4. MATERIAIS

Destacam-se os principais materiais a considerar na execução do projecto:

A tubagem a utilizar deverá ser o cobre com os diâmetros indicados em planta. O isolamento a utilizar nas tubagens deverá ser próprio para instalações solares térmicas.

Os colectores solares deverão ser do tipo Vulcano, modelo FKC-2S ou equivalente. O grupo de circulação solar deverá ser do tipo Vulcano, modelo AGS20-2 ou equivalente. Relativamente ao controlador solar deverá ser o modelo CS200+MS200 ou equivalente.

Relativamente ao depósito solar, este está definido em pormenor no projecto da rede de abastecimento de água.

5. BIBLIOGRAFIA

Lencastre, Armando - *Hidráulica geral*. Edição do Autor. Lisboa, 1996.

INETI – *Manual de Instalações Solares Térmicas*, Janeiro 2007

DGGE / IP-AQSpP - *Guia para Instaladores de Colectores Solares*, Abril 2004

Decreto-Lei N.º 78/06, 79/06 e 80/06 de 4 de Abril

Programa SOLTERM 5.0

6. NOTA FINAL

Em tudo o omissso deve seguir-se o disposto na regulamentação local e normalização aplicável em vigor.

CADERNO DE ENCARGOS

1. DEFINIÇÃO DA EMPREITADA

1.1. Domínio de Aplicação

O presente Caderno de Encargos tem por objectivo a prescrição das condições de execução da instalação solar do edifício dos balneários da piscina municipal de Portel, de modo a garantir o seu bom funcionamento.

O cumprimento das prescrições apresentadas não poderá, caso algum, dispensar a observação dos regulamentos em vigor e outros eventualmente existentes.

O Instalador deverá inteirar-se da regulamentação local existente, nomeadamente em relação aos licenciamentos necessários a requerer e às vistorias e aprovações necessárias por parte de entidades oficiais.

O Instalador deverá informar o Dono da Obra sobre o número de vistorias e a que entidades deverão ser requeridas, bem como em que fases da obra as mesmas deverão ser realizadas.

O presente projecto é composto por peças escritas e peças desenhadas por forma a melhor se aperceberem da natureza dos trabalhos a realizar bem como das limitações ao seu desempenho fundamental.

1.2. Condições Técnicas Gerais de Execução dos Trabalhos

Ao instalador compete todos os trabalhos deste Projecto, relativos à rede do circuito primário, incluindo o fornecimento e montagem de todos os materiais e equipamentos, com todos os trabalhos inerentes, conforme desenhos e Caderno de Encargos.

Todos os trabalhos correspondentes a este projecto deverão ser executados de acordo com os desenhos do projecto e com as Especificações anexas a este Caderno de Encargos (nas suas partes aplicáveis) e, se for o caso disso, com eventuais aditamentos, ajustamentos ou alterações que venham a ser introduzidas durante a execução da obra, desde que aprovadas pela Fiscalização.

De igual forma as técnicas de execução deverão obedecer às Normas referidas neste Caderno de Encargos e ou ao especificado nas Especificações anexas ao Caderno de Encargos, nas suas partes aplicáveis.

Sempre que não for expressamente exigido o cumprimento de Normas Portuguesas ou Internacionais (citadas caso a caso) para materiais ou processos construtivos são aceites Normas Estrangeiras devidamente reconhecidas internacionalmente (DIN, BS, ISO, AFNOR, UNI, etc.).

Em tudo o omissos deverão fazer acompanhar os equipamentos que propuserem dos respectivos catálogos técnicos contendo as características e as especificações de fabrico.

1.3. Relação de Trabalhos

A relação dos trabalhos é a seguinte:

- a)** Mobilizações, incluindo transporte, carga, descarga e assentamento dos materiais e equipamentos a fornecer ou utilizar na montagem;
- b)** Execução das diversas redes que inclui todos os trabalhos de construção civil relativos ao apoio de montagem das redes e assentamento dos equipamentos tais como abertura e tapamento de roços, furações em lajes de betão ou paredes, apoios de suspensão das redes nos tectos, maciços de amarração e apoio de condutas e válvulas e outro equipamento;
- c)** Fornecimento e montagem de todas as tubagens e acessórios, incluindo braçadeiras para fixação da tubagem quando instalada à vista em tectos falsos e courettes;
- d)** Fornecimento e montagem de grupos de circulação hidráulica, central de controlo, vasos de expansão, incluindo todos os acessórios, de acordo com esquema de princípio, de modo a permitir um correcto funcionamento dos aparelhos;
- e)** Fornecimento e montagem de todas as válvulas indicadas em esquema de princípio;

Consideram-se igualmente parte da presente empreitada a realização das seguintes tarefas e não darão por esse facto lugar a quaisquer maiores valias ou trabalhos complementares:

- Execução de selagens corta-fogo em todas as passagens efectuadas para atravessamento de pisos, de zonas corta-fogo dentro do mesmo piso ou de saídas de “courettes” consideradas como elementos corta-fogo, englobando-se neste âmbito o fornecimento e a aplicação dos materiais mais adequados a cada caso e que garantam sempre no mínimo a resistência ao fogo da fronteira em que se inserem.
- Antes da sua execução em obra e para todos os casos individuais que se venham a colocar no âmbito da selagem corta-fogo deverá previamente o Adjudicatário submeter a aprovação da

Fiscalização da Obra o processo de selagem que pretende realizar sendo ainda a efectivação dessa selagem só possível mediante autorização expressa da Fiscalização enquanto entidade coordenadora da obra e que garantirá o fecho da passagem de todas as canalizações envolvidas no edifício.

- Ensaio de redes e equipamentos, considerando a realização dos ensaios especificados e quaisquer outros que venham a verificar serem necessários para a completa caracterização da qualidade e modo de funcionamento da instalação.
- Fornecimento de manuais de funcionamento e manutenção dos equipamentos.

1.4. Obrigações

O empreiteiro terá ainda a seu cargo em relação aos trabalhos anteriormente descritos:

- O estudo e planeamento da execução da obra dos fornecimentos e montagens;
- As embalagens e os transportes dos materiais e equipamentos desde as origens até à obra;
- As eventuais despesas de importação, seguro, alfândega e armazenamento;
- A guarda dos materiais e equipamentos até à recepção das obras;
- A sinalização dos trabalhos;
- A elaboração das telas finais.

1.5. Regras de Medição

Os critérios a seguir na medição dos trabalhos serão os estabelecidos no projecto, neste Caderno de Encargos ou no contrato.

Se os documentos referidos na cláusula anterior não fixarem os critérios de medição a adoptar, observar-se-ão, para o efeito, pela seguinte ordem de prioridade:

- As normas definidas pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil;
- Os critérios geralmente utilizados ou, na falta deles, os que forem acordados entre o dono da obra e o empreiteiro.

1.6. Disposições Regulamentares e Outras a Observar

Para além do cumprimento das condições estabelecidas no presente Caderno de Encargos, o instalador executará as suas instalações de acordo com as disposições regulamentares em vigor à data da execução.

1.7. Dúvidas, Erros e Omissões

Todas as dúvidas de interpretação de peças escritas ou desenhadas ou detecção de eventuais erros e omissões deverão ser esclarecidas junto do projectista antes do fim do concurso de modo a não poderem servir de base a incorrecta definição da empreitada no que se refere a propostas de cotações de preços.

1.8. Ensaaios e Testes de Funcionamento

Na presença de responsáveis pelo Dono da Obra, o adjudicatário levará a efeito todos os ensaios e testes de funcionamento considerados necessários à comprovação de que todas as condições técnicas do projecto são satisfeitas.

Será de exclusiva responsabilidade do adjudicatário providenciar as condições para que todos os ensaios necessários sejam efectivados bem como, caso se verifiquem incumprimentos, a implementação das necessárias correcções até que as condições técnicas exigidas neste caderno de encargos sejam observadas e confirmadas pelo dono da Obra.

1.9. Elementos a Fornecer pelo Empreiteiro Antes da Recepção Provisória

Antes da Recepção Provisória, o instalador deverá fornecer os seguintes elementos:

- Mapas de Ensaaios;
- Telas finais das instalações e esquemas de circuitos, em transparentes e duas cópias;
- Manual técnico, em português, de cada instalação, incluindo esquemas de todos os equipamentos instalados (em duplicado);
- Catálogos dos materiais instalados;
- Instruções de operação e condução, em português (em duplicado).

1.10. Assistência Técnica

Durante o período de garantia, o instalador deverá fornecer gratuitamente toda a assistência necessária aos equipamentos, incluindo manutenção de rotina, fazendo, para além disso, a instrução do pessoal sobre o funcionamento dos equipamentos e medidas de emergência.

Os concorrentes deverão ainda apresentar as condições em que se propõem realizar os trabalhos de manutenção e assistência técnica, findo o período de garantia.

2. MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DAS REDES

2.1. Colector Solar

Objectivo

De forma simples, um colector plano é formado pela cobertura, a placa absorvora e uma caixa isolada para evitar as perdas de calor. À placa absorvente solda-se uma serpentina de tubos pelos quais circula o fluido térmico.

Deverão ser do tipo Vulcano, modelo FKC-2S ou equivalente.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condições de Preço

Os preços compreenderão o fornecimento e instalação do colector, bem como o seu acoplamento à tubagem e todos os trabalhos de acordo com o esquema de princípio, de modo a garantir um bom funcionamento.

2.2. Acessórios, Suportes e Ligações entre Collectores

Objectivo

Os acessórios, suportes e ligações entre os vários colectores serão os definidos pelo fabricante de acordo com o modelo de colector seleccionado.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condições de Preço

Os preços compreenderão o fornecimento e instalação de acessórios como purgadores, acoplamento aos colectores, jogos de ligações inter-colectores, suportes e suplementos para cobertura plana e todos os trabalhos de acordo com indicações do fabricante e o esquema de princípio, de modo a garantir um bom funcionamento.

2.3. Tubagem do Circuito Primário

Objectivo

Os percursos devem ser, tanto quanto possível, simples, efectuando-se mudanças suaves de diâmetro e direcção (por exemplo curvas, em vez de joelhos).

As canalizações serão dispostas rectilineamente, com pendente (subida no sentido do fluxo), ainda que fraca, evitando-se contrapendentes, de forma a facilitar por um lado o arrastamento do ar e por outro a acumulação de impurezas em pontos baixos. Toda a tubagem deverá ser aprovada para as condições exigidas pela instalação no que diz respeito às pressões.

O circuito primário deverá ser em tubo de cobre salvo indicação em contrário nas Peças Desenhadas. Os diâmetros da tubagem estão assinalados nas Peças Desenhadas. A eventual necessidade de alteração destes materiais deverá ser sujeita à aprovação escrita do Dono da Obra ou seu representante.

Critério de Medição

Por metro linear (ml), é feita com base no projecto, não estando considerado qualquer empolamento.

Condições de Preço

O preço inclui o fornecimento e assentamento de tubagem, incluindo acessórios, fixações, abertura de roços e todos os trabalhos inerentes.

2.4. Uniões

Objectivo

As uniões deverão ser feitas através de soldadura de acordo com especificação própria, as características da tubagem e as recomendações dos fabricantes. Todas as soldaduras deverão ser efectuadas (em oficina ou em obra) por pessoal qualificado pelo I.S.Q.

Após terminada a instalação e antes de se iniciarem os testes finais de recepção provisória das instalações, deverá proceder-se à limpeza interior da tubagem deixando correr livremente água durante um a dois minutos, sendo todas as impurezas removidas.

Critério de Medição

As uniões não serão objecto de medição específica.

Condições de Preço

O preço das uniões será incluído no metro linear de tubagem a que estejam associados.

2.5. Isolamentos da Tubagem

Objectivo

As tubagens deverão ser isoladas com produtos adequados, imputrescíveis, não corrosivos, incombustíveis e resistentes à humidade e aos raios UV quando no exterior.

Assim, o circuito primário deve ser convenientemente isolada com um produto do tipo "ARMAFLEX" modelo HT e HT-S ou equivalentes quando no interior e exterior respectivamente, próprio para utilização em circuitos solares com elevadas temperaturas.

Critério de Medição

O isolamento da tubagem não será objecto de medição específica.

Condições de Preço

O preço do isolamento da tubagem será incluído no metro linear de tubagem a que estejam associados.

2.6. Suspensões e Fixações

Objectivo

Deverão ser fornecidas e instaladas suspensões, braçadeiras e suportes de forma a suportar toda a tubagem em perfeito alinhamento sem oscilações ou interferências, permitindo a livre expansão e contracção.

Os suportes e fixações da tubagem e outros acessórios deverão ser do tipo "Müpro", sem aperto demasiado para permitir a livre dilatação da tubagem, deverão corresponder, ser fabricadas e instaladas como exigido para os sistemas existentes em zonas sísmicas.

Sempre que a tubagem corra ao longo de paredes, deverão ser instalados suportes do tipo de parede aprovados, e braçadeiras.

Os espigões das suspensões deverão ser de aço, roscado e de dimensões normalizadas. Se um espigão suspender mais do que um tubo, o seu diâmetro deverá ser aumentado proporcionalmente. O espaçamento entre apoios não deverá ser aumentado.

Não é permitida a utilização de fita perfurada como suporte da tubagem.

Critério de Medição

Os suportes e fixações não serão objecto de medição específica.

Condições de Preço

O preço dos suportes e fixações será incluído no metro linear de tubagem a que estejam associados.

2.7. Grupo de Circulação Solar

Objectivo

O grupo de circulação solar tem como função principal promover a circulação do fluido ao longo de todo o sistema, ou seja entre os colectores e os depósitos.

Deverá ser do tipo Vulcano, modelo AGS20-2 ou equivalente.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condição de Preço

Os preços compreenderão o fornecimento e instalação do equipamento, bem como o seu acoplamento à tubagem da rede e todos os trabalhos de modo a garantir um bom funcionamento.

2.8. Central de Controlo

Objectivo

A central de controlo analisa a diferença de temperaturas entre o ponto mais quente e o ponto mais frio do sistema solar térmico fazendo accionar ou parar a bomba de circulação. Isto

consegue-se com o termóstato diferencial e as sondas de temperatura de que está munido. Uma das sondas coloca-se na parte superior dos colectores e a outra na parte inferior do acumulador. A última ligação realiza-se entre o termóstato e as bombas de circulação.

O termóstato diferencial compara as temperaturas da sonda 1 (situada na parte superior dos colectores) e da sonda 2 (na parte inferior do primeiro acumulador de A.Q.S.) e põe o circulador em funcionamento quando se justificar (a água está mais quente nos colectores do que no depósito).

Deverá ser do tipo Vulcano, modelo CS200+MS200 ou equivalente.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condição de Preço

Os preços, compreenderão o fornecimento e instalação do equipamento, respectivas sondas, ligações eléctricas e todos os trabalhos de modo a garantir um bom funcionamento.

2.9. Dissipador de Energia

Objectivo

O dissipador de energia serve como circuito de segurança, evitando-se as situações de sobreaquecimento da instalação, nomeadamente no Verão, em que a radiação solar incidente é maior e os consumos podem ser inferiores aos pressupostos do projecto. Evitando o sobreaquecimento, evita-se também as altas pressões decorrentes e a ebulição e separação da água e glicol prejudiciais à instalação, evitando assim intervenções de reparação desnecessárias e os custos associados.

Deverá ser do tipo Vulcano, modelo DGS401B/8 de 32 kW ou equivalente.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condição de Preço

Os preços, compreenderão o fornecimento e instalação do equipamento e todos os trabalhos de modo a garantir um bom funcionamento.

2.10. Vaso de Expansão

Objectivo

Um fluido dilata (aumenta o volume) quando é aquecido. Num circuito solar (fechado), é o vaso de expansão que permite compensar essa dilatação, impedindo que a válvula de segurança descarregue. Em condições normais de funcionamento, a válvula de segurança do circuito primário não deve actuar. Se isso acontece é sinal de que existe alguma anomalia.

Deverá ser do tipo Vulcano, modelo SAG80 ou equivalente com capacidade total de 80 litros.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condição de Preço

Os preços, compreenderão o fornecimento e instalação do equipamento e todos os trabalhos de modo a garantir um bom funcionamento.

2.11. Válvulas

As várias válvulas presentes no circuito podem ser do tipo:

- seccionamento - servem para impedir ou estabelecer a passagem de água em qualquer dos sentidos
- segurança – actuam como elementos limitadores da pressão dos circuitos e são imprescindíveis para proteger os elementos da instalação
- desviadora - desvia o fluido solar quando a sua temperatura atinge o máximo definindo, encaminhando-o para um sistema de dissipação de calor, fazendo-o retornar à bateria de colectores mais frio.

O instalador(a) deverá verificar que as válvulas utilizadas são indicadas para a temperatura limite de funcionamento do circuito, principalmente quando instaladas na “zona quente”. Deverão ser instalados nos locais indicados nas peças desenhadas.

Como referência indicam-se as marcas Vulcano, Calleffi ou equivalentes.

Critério de Medição

A medição é feita por unidade (un) ou valor global (VG).

Condição de Preço

Os preços segundo os diâmetros, compreenderão o fornecimento e instalação dos equipamentos, bem como o seu acoplamento à tubagem da rede, tratamento anti - corrosão e pintura.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As Especificações Técnicas seguintes devem ser aplicadas quando tiverem sido referidas, pelo seu número, título ou domínio de aplicação, nas Peças Desenhadas, Memória Descritiva ou neste Caderno de Encargos. São apresentadas as seguintes Especificações:

Especificação N.º 1 – Execução e Manutenção de uma Instalação Solar

Especificação N.º 2 - Soldadura e Brasagem de Tubos de Cobre e Acessórios

ESPECIFICAÇÃO N.º 1

EXECUÇÃO E MANUTENÇÃO DE UMA INSTALAÇÃO SOLAR

ARMAZENAMENTO, MANIPULAÇÃO E MONTAGEM DOS COLECTORES.

Antes da instalação os colectores armazenar-se-ão em espaços cobertos sobre um chão plano. No caso de armazenamento no exterior, deverão estar protegidos da chuva. Se os colectores, uma vez desembalados e antes da sua montagem, tiverem que ser depositados no exterior, colocar-se-ão com um ângulo mínimo de 20° e máximo de 70°, com a cobertura de cristal orientada para cima. Deverão evitar-se as posições horizontal e vertical. Se os colectores tiverem que ficar inclinados num ângulo de 20° ou 30° não se devem apoiar uns sobre os outros. Se colocarem inclinados 40° / 70° poderão ser apoiados, um sobre outro, até um máximo de seis colectores.

Para evitar excessivas dilatações é muito conveniente cobrir os colectores, uma vez colocados, até ao enchimento da instalação com o fluido térmico. No caso da superfície ser por exemplo terra, a fixação da estrutura de suporte dos colectores deverá ser feita com sapatas de betão semi-enterradas. As estruturas e os colectores devem cumprir o RSAEEP pelo que o projectista deverá projectar a estrutura para as sobrecargas previstas no regulamento.

PROCESSO DE MONTAGEM DA INSTALAÇÃO SOLAR.

Os passos típicos a realizar na instalação solar podem ser resumidos em:

- Estrutura de montagem dos colectores e impermeabilização do telhado para evitar infiltrações. Uma parte importante da estrutura poderá ser feita na oficina, mas a relativa às fixações realizar-se-á directamente na obra. É essencial ter em conta que os orifícios das fixações não devem enfraquecer a estrutura do telhado.
- Montagem das tubagens, dos diferentes elementos (válvulas, depósito de expansão, bombas, etc.) e a instalação e ligação do depósito acumulador. Não é conveniente nesta fase proceder ao isolamento destes elementos, já que é necessário fazer posteriormente as provas de estanquicidade do circuito para detectar possíveis fugas.
- Recomenda-se como última operação a montagem dos colectores na estrutura. É responsabilidade do instalador a correcta orientação e inclinação, assim como a devida separação entre as fileiras de colectores.

ARRANQUE DA INSTALAÇÃO SOLAR.

Proceder-se-á inicialmente a um enchimento e esvaziamento da instalação, para limpá-la internamente de possíveis sujidades e poder detectar e corrigir fugas. Este enchimento será feito lentamente da parte inferior para a superior, de forma a evitar a formação de bolsas de ar, abrindo os purgadores até que circule por eles o fluido. Posteriormente estes fechar-se-ão e o fluido circulará vários minutos para arrastar sujidades e depósitos internos, procedendo ao esvaziamento. Uma vez realizada esta operação, procederemos ao enchimento e purga finais da instalação solar, podendo apresentar-se os seguintes casos

• Enchimento e purga do circuito primário numa instalação com depósito de expansão fechado.

Os passos a realizar serão:

- Se o circuito primário estiver ligado directamente à rede, a pressão desta é por vezes superior à máxima tolerada pelos colectores, portanto é preciso colocar uma válvula redutora de pressão que assegure que esta tenha um valor mínimo no ponto mais alto da instalação. Imediatamente antes da válvula redutora instalar-se-á uma outra de fecho, e que será convenientemente fechada para regular a pressão da primeira.
- As válvulas de segurança, colocadas na entrada do campo de colectores e no depósito de expansão, terão uma pressão nominal idêntica à do componente mais fraco (normalmente os colectores).
- O elemento de purga da bomba de circulação abrir-se-á antes de a pôr em funcionamento.
- O depósito de expansão instalar-se-á depois da aspiração da bomba circuladora.
- Comprovar-se-á que todas as válvulas de fecho estão na sua posição correcta de abertura ou fecho.
- Realizar-se-á o enchimento e pressurização definitivos do circuito primário com os colectores cobertos para evitar a formação de bolsas de vapor que impeçam a correcta circulação do fluido.
- Finalmente fechar-se-ão todos os elementos purgadores e comprovar-se-á a inexistência de fugas.

• Enchimento e purga do circuito primário numa instalação com depósito de expansão aberto

Neste caso o enchimento será feito directamente a partir do depósito de expansão aberto, situado por cima da parte mais alta da instalação mas ligado por um tubo à aspiração da bomba circuladora. Se a instalação for de muitos colectores, o processo de enchimento pode ser demorado e dar origem à formação de bolsas de ar; portanto seria conveniente dispor de

um tubo de enchimento na parte inferior da instalação e deixar que o depósito cumpra a missão de preenchimento

• *Enchimento e purga do circuito secundário*

O circuito secundário tem a mesma pressão que a rede de alimentação de água. Se esta for superior à máxima aconselhada para os depósitos acumuladores, instalar-se-á uma válvula redutora de pressão.

- Deverá ir munido de um purgador na parte mais elevada da instalação e que ficará aberto até a evacuação total de gases. Será fechado quando a água comece a circular por ele.

- Instalar-se-á uma válvula de segurança tarada à mesma pressão que a máxima admissível pelo depósito acumulador de A.Q.S. Entre este e a válvula de segurança nunca deverá instalar-se uma válvula de fecho, já que por erro ou desconhecimento pode ficar na posição fechada, impedindo actuar adequadamente à primeira.

PROVAS PRÉVIAS À ENTREGA DA INSTALAÇÃO SOLAR.

É necessário verificar uma série de provas antes de entregar a instalação ao cliente, e que serão:

• *Prova de estanquicidade e perfeito funcionamento dos elementos*

Os circuitos devem ser testados a uma pressão 1.5 vezes superior à pressão normal de trabalho para verificar a inexistência de fugas. A válvula de segurança, que tem uma pressão nominal inferior, só pode ser montada depois do teste de pressão.

• *Prova de aquecimento da instalação solar*

Verificar-se-á num dia claro e sem consumo de água, arrancando e deixando funcionar o sistema durante várias horas. A temperatura de acumulação deve ser superior, como mínimo, em 20° C à temperatura da água de rede.

ISOLAMENTO TÉRMICO DA INSTALAÇÃO SOLAR.

Após finalizar todas as provas de estanquicidade, funcionamento dos diversos elementos que compõem a instalação e aquecimento, proceder-se-á ao isolamento de tubagens, válvulas e depósitos acumuladores. Deveremos cumprir uma série de regras a fim de assegurar um perfeito isolamento dos componentes anteriores:

- Limpar as superfícies a isolar de restos de óleo, humidades, incrustações ou daqueles elementos que dificultem o isolamento.

- O adesivo utilizado deve estar em perfeitas condições de aplicação e corresponder as especificações do isolador usado.
- Aplicar sempre medidas exactas.
- Proteger os isoladores armazenados à intempérie da água de chuva, pó,...
- Os isoladores colocados em tubagens à intempérie serão protegidos imediatamente com chapa de alumínio, P.V.C. ou outro material adequado. O conjunto deve ficar impermeável à humidade e à água de chuva.
- Depois de fazer o isolamento, a instalação deverá ficar parada quando menos um dia e meio para assegurar a colagem e endurecimento do adesivo.

OPERAÇÕES DE MANUTENÇÃO QUE DEVERÃO SER EFECTUADAS PELO DONO DA INSTALAÇÃO E POR PESSOAL ESPECIALIZADO.

O instalador deverá entregar ao cliente um manual de instruções, em que deverão constar um esquema para identificar cada elemento, bem como informações sobre o uso da instalação e as operações de segurança, conservação e manutenção.

É conveniente informar também sobre os limites aconselhados de calcário da água de alimentação. O dono, além de efectuar habitualmente o arranque e paragem da instalação, deverá:

- Comprovar periodicamente a pressão do circuito, de preferência com o sistema frio; se a pressão for baixa, deve contactar o instalador.
- Manobrar a válvula de segurança para evitar que fique colada, pelo menos trimestralmente.

O responsável pela manutenção, além das operações de rotina atribuídas ao dono, deverá também:

- Verificar se o sistema tem ar, assegurando o seu enchimento e a pressurização nominal.
- Comprovar-se-á também se as válvulas da instalação funcionam correctamente.
- Comprovar se as sondas de temperatura funcionam correctamente e que o controlo diferencial arranca e de o ΔT de arranque e de paragem são os pretendidos.
- Inspekções visuais para verificação de:
 - Isolamentos situados à intempérie,

- Estado do campo de colectores (estanquicidade à chuva, vidros partidos deformação das caixas dos colectores, corrosões, fugas de fluido, etc.).

LOCALIZAÇÃO E REPARAÇÃO DAS AVARIAS MAIS FREQUENTES.

As avarias mais correntes nas instalações solares são no circuito primário (rendimento baixo ou mesmo nulo da instalação, fugas do fluido no circuito, ruídos anormais no funcionamento das bombas), por ser a parte mais delicada da instalação.

Descreveremos a continuação os sintomas e as consequências deles para serem reparados facilmente:

• O rendimento da instalação é baixo e o aquecimento não é o esperado

Pode ser devido aos seguintes problemas:

- As bombas não funcionam. Deveremos comprovar se o fornecimento da rede é o correcto; se há alguma válvula indevidamente fechada; o funcionamento dos fusíveis, contactos e quadro eléctrico; assim como verificar se a bomba está entupida. Se depois de realizar estas comprovações a bomba continua sem trabalhar, deverá ser substituída. Se a bomba arranca em sistema manual dando pressão ao circuito, o controlo diferencial não funciona correctamente. Verificaremos a colocação das sondas de temperatura, os fusíveis e a calibração do sistema de controlo.
- O circuito tem baixa pressão em frio e parado. A causa mais frequente é a falta de fluido no seu interior originada por fugas, procedendo ao arranjo delas e ao preenchimento do circuito. Se o depósito de expansão é aberto, o tubo de ligação à bomba pode estar entupido ou o nível de fluido no seu interior ser baixo. Finalmente purgaremos o circuito tal como indicado anteriormente.
- A bomba funciona mas o caudal e a pressão fornecidas são insuficientes. Se o sistema em frio e parado tem uma pressão normal, a bomba arranca, mas o aquecimento da água e a pressão e caudal do circuito são insuficientes, o problema está na bomba. Verificar-se-á se a posição do selector de velocidades é a correcta e se está devidamente purgada. Em caso contrario devemos substituir a bomba.
- A bomba funciona mas o caudal é insuficiente e a pressão elevada. Neste caso o sistema não aquece suficientemente, com o circuito em frio e parado a pressão é normal, a bomba arranca normalmente mas em funcionamento a pressão fornecida é mais alta da prevista e o caudal baixo. Determinaremos o ponto de funcionamento da bomba para conhecer o caudal

circulante. A causa mais habitual é a existência de uma obstrução no circuito que impede a normal circulação, procedendo à sua abertura e limpeza.

SISTEMAS EM ESTAGNAÇÃO

No caso de instalações que possam ficar em estagnação, é frequente desaparecer o fluido do circuito primário devido à ebulição. Períodos sem extracção de energia do campo dos colectores (avarias e longos períodos de ausência de consumos) podem conduzir a temperaturas de estagnação elevadíssimas.

No caso de sistemas de circulação forçada, para proteger o depósito e outros componentes, inibe-se o funcionamento da bomba acima de uma dada temperatura, podendo provocar a ebulição do fluido do primário.

A exposição dos componentes do sistema solar a temperaturas elevadas, incluindo alguns componentes do sistema de armazenamento, pode provocar:

- Funcionamento defeituoso dos acessórios e perda de fluido térmico
- Activação da válvula de segurança mesmo que esteja bem seleccionada
- Choques térmicos na rede de distribuição de fluido térmico

Várias são as soluções possíveis, mas algumas não são fáceis de por em prática:

- Dimensionar o sistema para ter uma pressão na zona dos colectores, superior à tensão de vapor correspondente à temperatura de estagnação (possível com colectores com temperaturas de estagnação não muito elevadas).
- Alteração da posição do vaso de expansão e sobredimensionamento para receber o líquido expulso dos colectores pelo vapor. De realçar que as soluções construtivas, do colector e a ligação entre colectores, são determinantes para o bom funcionamento desta solução.
- Controlo da circulação:
 - Circulação forçada: o controlador deve parar a bomba.
 - Termossifão: deve ter também um dos dispositivos da alínea seguinte)
- Limitar a temperatura de funcionamento
 - Descargas de água quente (válvula pressostáticas do tipo “Watt”)
 - Tubos de calor que dissipem a energia do depósito acima de uma temperatura de segurança.

- By-passes termostáticos de segurança térmica
- Eliminação do isolamento da tubagem de alimentação dos colectores (solução que acarreta algumas perdas)
- Com temperaturas de estagnação muito elevadas não é possível utilizar purgadores automáticos e recomenda-se o sobre dimensionamento do vaso de expansão.
- Esvaziar o circuito primário
 - Automaticamente quando a bomba pára (Sistema “drain back”)
 - Manualmente para prevenir danos durante o período sem utilização. Neste caso, para o re-arranque, será necessário encher o circuito primário
- Cobrir os colectores, de preferência com uma rede sombreadora a 50% (pouco prático)

LOCALIZAÇÃO DAS AVARIAS MAIS FREQUENTES

As avarias mais correntes nas instalações solares localizam-se no circuito primário. Se o rendimento da instalação é baixo e o aquecimento não é o esperado:

AVARIA	VERIFICAR
As bombas não funcionam.	- Fusíveis, contactos e quadro eléctrico. - Fornecimento de pressão da rede. - Existência de válvulas indevidamente fechadas.
Mau funcionamento do comando diferencial.	- Colocação das sondas de temperatura, fundamentalmente a sonda quente. - Calibração do comando diferencial (sistema de controlo).
O circuito tem baixa pressão em frio e parado.	- Falta de fluido no seu interior. - Existência de fugas.
A bomba funciona com caudal e pressão insuficientes.	- Posição do selector de velocidades da bomba. - Se está devidamente purgado o circuito.
A bomba funciona, o caudal é insuficiente ou nulo e pressão é elevada.	- Determinar ponto de funcionamento da bomba. - Existência de uma obstrução no circuito. - Verificar se a válvula de retenção está bem montada e não está colada.

ESPECIFICAÇÃO N.º 2

SOLDADURA E BRASAGEM DE TUBOS DE COBRE E ACESSÓRIOS

A maioria dos instaladores de colectores solares de aquecimento de água utilizam tubos de cobre, em vara nu, de diferentes diâmetros, na concepção da rede de transporte da energia convertida no campo dos colectores.

Esta rede deve ser executada observando um conjunto de requisitos mínimos, indispensáveis para uma soldadura com qualidade. A soldadura é um processo de junção (união) de metais ou ligas, que se desenvolve a temperatura inferior a 450 °C, designada por soldadura capilar branda (SCB), sendo a brasagem, soldadura capilar forte (SCF), um processo que se desenvolve a temperaturas superiores a 450 °C mas inferior à temperatura de fusão do metal de base que, no caso de cobre, é de 1 088 °C.

Na prática, para tubagem de cobre, a maioria das SCB é feita a temperaturas que variam de 177 a 316 °C, enquanto que a SCF acontece a temperaturas que flutuam entre 593 a 816 °C. A diferença entre estes dois processos encontra-se nos metais de enchimento utilizados e na temperatura de solda do processo adoptado. Geralmente, a SCB é utilizada para temperaturas de funcionamento inferiores a 121 °C, enquanto que a SCF é utilizada para temperaturas de funcionamento até 177 °C. Para circuitos primários de sistemas solares recomenda-se a utilização de soldadura capilar forte. Não é recomendada a utilização de metal de enchimento 50-50 estanho-chumbo.

As causas mais comuns de falhas nas soldaduras podem ser atribuídas a um conjunto de factores, incluindo:

- preparação imprópria antes da soldadura;
- falta de suportes adequados;
- incorrecta selecção, controlo e distribuição da fonte de calor durante o processo de solda;
- utilização inadequada de metal de adição aplicado nas uniões
- arrefecimento abrupto de uniões acabadas de soldar
- aplicação de acessórios com algum conteúdo de solda

Aparentemente, a soldadura e a brasagem são operações simples de praticar. No entanto, a omissão ou aplicação incorrecta de uma das fases do processo poderá distinguir uma soldadura bem feita duma falha.

Em qualquer dos processos, soldadura ou brasagem, a sequência básica dos procedimentos é a mesma, estando a diferença nos desoxidantes (substâncias de limpeza - decapantes) utilizados, no metal de adição seleccionado e na qualidade e quantidade de calor aplicada.

Procedimentos sequenciais para, de uma forma consistente, executar soldadura e brasagem de qualidade:

1. Medição e corte
2. Rebarba interna e externa
3. Limpeza
4. Aplicação de desoxidantes
5. Colocação de acessórios e suporte
6. Limpeza do excesso de desoxidante
7. Aquecimento
8. Aplicação de metal de enchimento
9. Arrefecimento e limpeza

1. Medição e corte

É de extrema importância medir correctamente o comprimento de cada segmento de tubo, dado que a falta de rigor na medida afecta a qualidade da união. Se o tubo for curto, não atingirá a base do acessório e, conseqüentemente, não poderá conseguir-se uma união apropriada. Por outro lado, um tubo com o comprimento superior ao pretendido, introduzirá tensões que afectarão o funcionamento da rede.

Para cortar tubos de cobre deve-se utilizar, de preferência, corta tubos com lâminas de aço, em forma de disco, de aresta fina, para produzir cortes em esquadria, garantindo a não deformação do tubo durante o corte.

2. Rebarba interna e externa

A extremidade do tubo cortado deve ser rebarbada até a medida do seu diâmetro interior, removendo, com ferramentas adequadas, as pontas (rebarbas) produzidas durante o corte. A falta de remoção destas pontas interiores pode produzir o fenómeno erosão-corrosão devido a turbulências localizadas e incrementos na velocidade do fluido de circulação no interior do tubo. As pontas exteriores, também produzidas na sequência do corte, podem impedir o correcto assentamento do tubo nos acessórios.

3. Limpeza

A limpeza dos óxidos e de outras impurezas da extremidade do tubo e do interior dos acessórios é crucial para permitir uma penetração adequada do metal de adição. Também garante que o metal de adição possa aderir firmemente às peças, produzindo uma soldadura duradoura. Para a limpeza mecânica usam-se escovas calibradas, lixa esmeril muito fina, ou ainda tampões abrasivos adequados. Evitar a modificação excessiva da folga entre o acessório e o tubo.

ATENÇÃO: após a limpeza, deve-se evitar todo o tipo de contacto directo com as peças preparadas, para evitar a introdução de impurezas (gorduras das mãos, luvas, panos, etc.).

4. Aplicação de desoxidantes

Utilizar desoxidantes com características para dissolver e remover quaisquer vestígios de óxidos remanescentes e proteger as superfícies preparadas de re-oxidação durante o processo de aquecimento. O desoxidante deve ser aplicado, utilizando um pincel, numa forma uniforme, tanto na extremidade do tubo como no acessório.

ATENÇÃO: o desoxidante não deve ser aplicado com o dedo e a sua aplicação em excesso pode provocar resíduos que aumentam a probabilidade de ocorrência de corrosão.

5. Colocação de acessórios e suporte

Introduzir a extremidade do tubo no acessório e certificar que o tubo esteja bem assente na base deste. Uma ligeira rotação do tubo pode garantir uniformidade na distribuição do desoxidante. Finalmente, apoiar o tubo e o acessório de forma a assegurar um círculo uniforme entre as duas peças. A distância uniforme entre a parede exterior do tubo e o interior do acessório assegura uma boa penetração do metal de enchimento. Por outro lado, o espaço excessivo entre as peças pode eventualmente conduzir a fractura na soldadura quando sujeita a tensão e / ou vibração.

6. Limpeza do excesso de desoxidante

Remover o excesso de desoxidante, no exterior das peças, utilizando um pano seco e sem gorduras antes de iniciar o processo de aquecimento.

7. Aquecimento

O aquecimento das peças deve ser perpendicular ao tubo e com uma distribuição uniforme à volta da circunferência do tubo e do acessório, evitando o aquecimento directo do topo da união. Deve-se evitar o sobreaquecimento das peças que poderá resultar na queima do

desoxidante. De preferência, devem ser utilizados maçaricos de oxigénio-acetileno. Também é aceitável a utilização de maçaricos que combinam ar com o acetileno ou ar com o propano. Também se podem utilizar aparelhos de solda eléctricos.

8. Aplicação de metal de enchimento

Após o aquecimento, o desoxidante apresenta uma cor transparente. Nesse instante, deve-se aplicar o metal de adição que, devido à temperatura, entra em fusão e penetra no espaço entre as peças. Quando se formar um cordão de soldadura uniforme, do lado do acessório, à volta do tubo, deve-se parar de juntar metal de enchimento. Os metais de enchimento mais adequados para soldar tubos de cobre são: (1) [Cu Ag P] e [Cu P], ligas com conteúdo de fósforo, (2) [Cu Ag Zn Cd] e [Cu Ag Zn], ligas com alto teor de prata. As diferenças residem na temperatura de fusão e na capacidade de penetração (fluidez). Ligas com alto teor de prata, 40 por cento, são recomendadas para sistemas solares.

9. Arrefecimento e limpeza

As peças soldadas devem arrefecer naturalmente até atingirem a temperatura do ar ambiente. Após o arrefecimento, deve-se proceder com a limpeza do resíduo desoxidante, utilizando um pano húmido, escova metálica ou água morna. Todo o resíduo deve ser removido para evitar riscos de solidificação temporária do mesmo.