

# Recomanacions per a controlar la Corrosió d'Instal·lacions d'aigua i de Calefacció

**La informació continguda en el text  
d'aquesta publicació correspon a la  
data de la seva edició.**

# Recomanacions per a controlar la Corrosió d'Instal·lacions d'aigua i de Calefacció

La informació continguda en el text d'aquesta publicació correspon a la data de la seva edició, i és possible que en l'actualitat algunes dades (per exemple preus, normativa, lleis, etc.) s'hagin de modificar. Cal doncs tenir-ho en compte a l'hora de fer-ne ús.





INSTITUT DE TECNOLOGIA  
DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA

### **Composició del Patronat**

President:

Albert Serratosa i Palet

### **Entitats Membres: (representades pel seu titular)**

Departaments de la Generalitat de Catalunya

Política Territorial i Obres Públiques

Ensenyament

Indústria i Energia

CIRIT

Col·legis professionals:

Arquitectes

Enginyers de Camins Canals i Ports

Enginyers Industrials

Aparelladors

Enginyers Tècnics d'Obres Públiques

Organitzacions empresarials:

Confederació Catalana de la Construcció (3 representants)

Federació d'Entitats Empresarials de la Construcció

Universitat Politècnica de Catalunya

Escoles T.S. d'Arquitectura

Escola T.S. d'Enginyeria de Camins Canals i Ports

Escola T.S. d'Enginyeria Industrials

Escoles U. d'Arquitectura tècnica

Membres a títol individual:

Ferrán Espiau i Seoane

©Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya.  
Generalitat de Catalunya. ITEC.  
Primera edició: maig de 1987. 1.000 exemplars

Imprès a: I. G. GALILEO - Gerona, 23 - Ripollet  
Dipòsit Legal: B-22500-87  
ISBN: 84-85954-50-5

La realització d'aquestes recomanacions l'ha dut a terme el Departament d'Instal·lacions de l'ITEC

Cap del Departament:  
Francesc Labastida i Azemar  
Col·laborador:  
Xavier Vergés i Farreró

Comissió assessora d'instal·lacions:  
Ferran Galofré i Folch  
Adrià Gomila i Vinent  
Higini Arau i Puchades  
Joan Rovira i Chambó  
Albert Vilanova i Ferreras

Sota la direcció de:  
J.M. Valeri

Assessorament terminològic:  
M. Rosa Mateu



## **Índex**

### **Capítol 1**

#### **Disseny.**

|   |    |
|---|----|
| Consideracions generals.....  | 7  |
| Dimensionament de la instal·lació .....                                     | 8  |
| Recorregut de la xarxa.....   | 9  |
| Canonades vistes .....  | 10 |
| Recirculació .....  | 11 |
| Sistemes d'escalfament i d'emmagatzematge de l'aigua calenta sanitària..... | 11 |
| Instal·lacions de calefacció.....   | 13 |
| Sistemes de control i neteja.....   | 14 |
| D'altre elements de la instal·lació.....                                    | 15 |

### **Capítol 2**

#### **Tipus d'aigua i elecció dels materials.**

|  |    |
|--|----|
| Determinació del tipus d'aigua .....   | 16 |
| Selecció dels materials i sistemes de protecció per a les instal·lacions d'aigua calenta sanitària centralitzada .....               | 17 |
| Selecció dels materials i sistemes d'escalfament i de protecció per a les instal·lacions individuals d'aigua calenta sanitària ..... | 18 |

### **Capítol 3**

#### **Materials.**

|                        |    |
|------------------------|----|
| Coure.....             | 19 |
| Acer galvanitzat ..... | 20 |
| Ferro negre.....       | 20 |
| Acer inoxidable .....  | 20 |
| Plom.....              | 21 |
| Polietilè .....        | 21 |

### **Capítol 4**

#### **Posada a l'obra.**

|   |    |
|---|----|
| Manipulació i emmagatzematge dels tubs..... | 22 |
| Col·locació de les canonades.....           | 23 |

### **Capítol 5**

#### **Manteniment i control.**

|                    |    |
|--------------------|----|
| Funcionament ..... | 26 |
| Control .....      | 26 |
| Neteja .....       | 27 |
| Reparacions .....  | 27 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| Índex temàtic..... | 29 |
|--------------------|----|



## Capítol 1 Disseny

### Consideracions generals

El projecte d'una instal·lació en marca la qualitat, tant pel que fa referència als materials utilitzats com als equipaments, als sistemes de control i manteniment o als tractaments d'aigua. El preu inicial d'una instal·lació fluixa, enfront de la corrosió, pot ésser inferior al d'una de més qualitat, però tindrà una vida útil considerablement més curta i uns costos de manteniment i reparacions més elevats.

En realitzar el disseny cal tenir present que la vida útil de les canonades d'aigua, fins i tot en condicions favorables, és inferior a la de la resta d'elements constructius, i que, per tant, s'ha de preveure la seva reposició.

Per a reduir els costos de manteniment de la instal·lació, s'ha de facilitar el control del seu estat i la seva reparació. Amb aquesta finalitat, les vàlvules, els motors i els aparells en general s'han de muntar de manera que siguin fàcilment accessibles per a la seva reparació, conservació o substitució.

Si és possible, les canonades han d'anar vistes o en cambres registrables.

Per la mateixa raó, el disseny de la xarxa ha d'ésser de manera que puguin fer-se reparacions en circuits parcials sense interrompre el subministrament a la resta de la instal·lació.

S'han d'instal·lar vàlvules de qualitat que permetin seccionar la xarxa. En calefaccions i instal·lacions d'aigua calenta sanitària, també s'han d'instal·lar vàlvules que facin la xarxa independent del generador i permetin que sigui desconnectat sense necessitat de buidar prèviament la xarxa. Es tracta d'una mesura especialment important per a les instal·lacions de calefacció, perquè permet que no s'hagi de renovar tota l'aigua de la xarxa en cada reparació i que la instal·lació pugui considerar-se com un circuit tancat.

La filosofia per a prevenir la corrosió en instal·lacions de calefacció i en instal·lacions de fontaneria no és la mateixa. En calefaccions, si la instal·lació funciona com un circuit tancat, hi haurà normalment molts menys problemes que en instal·lacions de fontaneria perquè el medi va perdent agressivitat amb el pas del temps. Les aigües de les instal·lacions de calefacció són, normalment, lleugerament alcalines i, per tant, el metall només pot reaccionar en presència d'oxigen. D'aquesta manera, el principal fonament per a protegir aquestes instal·lacions és d'evitar que hi hagi oxigen dissolt; el tipus de metall i la qualitat de l'aigua, factors fonamentals en fontaneria, només tenen importància en calefacció mentre l'aigua contingui oxigen dissolt. Si la instal·lació no rep aportacions d'aigua, l'oxigen es consumeix en un procés inicial de corrosió, i l'aigua deixa d'ésser corrosiva. Per tant, és fonamental mesurar les aportacions d'aigua, fent-les mínimes i corregint els defectes que les fan necessàries. El més convenient és que quedin limitades a un 5% del volum de la instal·lació a l'any.

Com a primera regla de disseny, tant en instal·lacions de fontaneria com de calefacció, cal evitar crear parells galvànics innecessaris. Molts poden eliminar-se fent que la instal·lació presenti un nombre mínim d'heterogeneïtats mecàniques, tèrmiques o elèctriques, com és ara:

- metalls tractats de manera diferent;
- curvatures o tensions en els tubs;

- gradients de temperatura per absència de calorifugat o presència de brutícia o d'incrustacions;
- metalls diferents;
- canonades encastades o enterrades en un medi no homogeni;
- presència de corrents vagabunds;
- processos d'aeració diferencial.

### Dimensionament de la instal·lació

La instal·lació ha d'assegurar una distribució còmoda a tots els punts de consum.

La velocitat de circulació de l'aigua per les canonades ha d'ésser prou ràpida per tal d'evitar que es formin sediments i que hi hagi pèrdues elevades de temperatura en instal·lacions d'aigua calenta sanitària i de calefacció. D'altra banda, una velocitat massa elevada provoca sorolls i desprendiments localitzats de la crosta calcària protectora, que produeixen obstruccions i corrosions puntuals. També pot donar-se, especialment en instal·lacions de coure, corrosió-erosió per una circulació massa ràpida. Sempre és convenient tenir un règim hidràulic uniforme.

Com a velocitats màximes es tindran, en funció del diàmetre:

| <i>Diàmetre</i>         |     | <i>Velocitat</i> |
|-------------------------|-----|------------------|
| polzades / mil·límetres |     | metres / segon   |
| 1/2                     | 14  | 1,1              |
| 3/4                     | 20  | 1,2              |
| 1                       | 25  | 1,3              |
| 1 1/4                   | 30  | 1,4              |
| 1 1/2                   | 40  | 1,5              |
| 2                       | 50  | 1,6              |
| 2 1/2                   | 70  | 1,8              |
| 3                       | 80  | 1,9              |
| 4                       | 100 | 2                |
| 5                       | 125 | 2,1              |
| 6                       | 150 | 2,2              |

A les instal·lacions d'aigua calenta sanitària s'han de calcular els cabals i la capacitat dels acumuladors de manera que no hi hagi variacions de temperatura a la xarxa en moments de consum elevat.

La bomba de retorn s'ha de dimensionar per a fer circular entre un 10% i un 15% del cabal total d'aigua calenta sanitària.

### Recorregut de la xarxa

El projecte ha de determinar clarament la situació dels aparells i el traçat de la xarxa per tal d'evitar imprevistos durant la posada en obra.

S'han d'evitar fatigues i esforços sobre les canonades, atès que les zones del metall sotmeses a tensions són especialment sensibles a la corrosió. S'ha de procurar no travessar els junts de dilatació; si no es fa així, cal utilitzar dilatadors. A les canonades, per on circula aigua calenta, s'han d'intercalar dilatadors en els trams rectes de longitud superior a 10 metres.

És necessari considerar les condicions ambientals, tant climàtiques com interiors de l'edifici, per a decidir la col·locació, el trajecte i el tipus de protecció de les canonades.

En projectar el traçat de la xarxa, s'ha d'evitar que diferents canonades coincideixin en un mateix punt. El nombre de curvatures i de soldadures també han d'ésser el mínim atès que són punts on es localitza preferentment l'acció de la corrosió. El traçat es farà el més recte possible, evitant curvatures brusques i estrangulaments, que podrien fer que es formessin bosses d'aire que provocarien corrosió a l'interior dels tubs per aeració diferencial. Amb la mateixa finalitat, els trams horitzontals, especialment si són molt llargs, han de tenir un pendent mínim d'un 0,5% en la direcció del fluid.

Els trams horitzontals són més freqüentment atacats que els verticals, tant per l'interior com per l'exterior, i, per tant, cal reduir al màxim la seva longitud. Per aquest motiu, en calefaccions, la reducció del nombre de columnes augmenta el risc de corrosió exterior.

Sempre que sigui possible, especialment quan l'ambient tingui un elevat grau d'humitat, les canonades han d'anar vistes o en galeries o cels rasos ventilats i accessibles. Tant el coure com l'acer galvanitzat tenen un bon comportament en tubs muntats vistos, fins i tot en atmosferes molt humides. Per tant, la col·locació de les canonades encastades o sota un enrajolat incrementa el risc de corrosió i dificulta la seva reparació o substitució.

Mai no s'han d'instal·lar les canonades a les cambres d'aire dels tancaments exteriors, perquè si es produeixen condensacions, aquestes tarden molt a aixugar-se per manca de ventilació. També cal evitar aquesta situació perquè les canonades així instal·lades queden normalment tacades per projeccions del morter, la qual cosa provoca corrosió per aeració diferencial.

El traçat s'ha de fer de manera que les canonades d'aigua freda quedin protegides de la influència de qualsevol font de calor per a evitar condensacions sobre la superfície dels tubs. Per tant, les canonades d'aigua freda i les d'aigua calenta han d'anar separades de manera que les primeres no s'escalfin per radiació directa o per conducció dels suports. La separació mínima ha d'ésser de 4 centímetres. Les primeres mai no s'han de posar per sobre de les segones per tal d'evitar que l'aigua que pugui condensar-se sobre la superfície de les canonades d'aigua freda caigui sobre les d'aigua calenta.

També cal separar la xarxa de qualsevol conducció o quadre elèctric un mínim de 30 centímetres, per a evitar així l'acció de corrents induïts.

La xarxa no ha d'estar en contacte amb les armadures o l'estructura metàl·lica de l'edifici, perquè poden tenir potencials elèctrics diferents que ocasionarien processos de corrosió.

### **Recobriments de les canonades**

Els materials de construcció i els revestiments en contacte amb les canonades no han d'atacar-les químicament. L'atac es produeix principalment si els recobriments tenen alcalinitat baixa ( $\text{pH} < 9$ ), contenen ions agressius (com clorurs, sulfurs i sulfats) o són higroscòpics.

Sempre és aconsellable la col·locació d'algun tipus de revestiment protector sobre els tubs. A les canonades d'aigua calenta sanitària, de calefacció o d'aigua freda en circuits de refrigeració, aquesta tasca l'ha de realitzar un aïllant tèrmic. Aquest aïllant ha d'ésser impermeable, imputrescible i autoex-

tingible. La camisa aïllant no ha de tenir clorurs liberables ni d'altres ions agressius, que es troben en concentracions elevades en algunes camises fetes amb fibres minerals.

L'aïllant que es col·loca sobre els tubs per on circula aigua a temperatures inferiors a l'ambiental ha de tenir una bona barrera de vapor per a evitar les condensacions sobre el tub. La camisa aïllant ha de tenir una estructura de cèl·lula tancada que faci que, en cas de trencar-se la barrera de vapor, la humitat quedi localitzada sense escampar-se.

En el cas de tubs per on circula aigua calenta, l'aïllament tèrmic també servirà per a millorar el rendiment energètic de la instal·lació i com a protecció contra la corrosió interior, perquè l'aigua calenta passivant, en refredar-se, es torna agressiva.

L'aïllament és obligat a les canonades per on circula aigua a temperatures superiors a 40 graus centígrads, i les seves característiques han de permetre que, en instal·lacions d'aigua calenta sanitària, la diferència màxima de temperatura entre l'aigua de sortida i la de retorn sigui de 10 graus centígrads.

Un bon calorifugat de les instal·lacions de calefacció evita la necessitat d'una circulació molt ràpida per a prevenir les gelades. Per tal d'evitar la corrosió exterior per aeració diferencial, en el pas dels tubs a través de murs i sostres s'han d'utilitzar maniguets passa-murs de fibrociment o de plàstic, amb una franquícia mínima de 10 mil·límetres i s'ha d'omplir l'espai lliure amb massilla plàstica.

En els trams en què calgui que les canonades vagin enterrades, el més convenient és un bon revestiment, preferentment per cintes, complementat amb una protecció catòdica senzilla amb densitat baixa de corrent per a protegir els punts on el revestiment tingui defectes. El més recomanable en aquest cas és un ànode de sacrifici d'aleació de magnesi amb una vida de 15 o 20 anys.

#### Canonades vistes

Tot i que una xarxa amb canonades vistes és més resistent que una amb les canonades encastades, cal evitar la fatiga dels tubs, perquè aquesta provoca l'aparició de zones especialment sensibles a la corrosió. Les canonades han de tenir un bon ancoratge, amb els seus punts de fixació suficientment pròxims per a evitar que els tubs suportin un pes excessiu i que es produeixin vibracions en el tub en circular l'aigua. La normativa indica la separació màxima entre els punts de fixació en funció del material i el diàmetre dels tubs:

– tubs d'acer

| Diàmetre (mm)  | Separació (m) |             |
|----------------|---------------|-------------|
|                | Vertical      | Horitzontal |
| inferior a 15  | 2,5           | 1,8         |
| 20             | 3             | 2,5         |
| 25             | 3             | 2,5         |
| 32             | 3             | 2,8         |
| 40             | 3,5           | 3           |
| 50             | 3,5           | 3           |
| 70             | 4,5           | 3           |
| 80             | 4,5           | 3,5         |
| 100            | 4,5           | 4           |
| 125            | 5             | 5           |
| superior a 150 | 6             | 6           |

- tubs de coure

|               |     |     |
|---------------|-----|-----|
| inferior a 10 | 1,8 | 1,2 |
| de 12 a 20    | 2,4 | 1,8 |
| de 25 a 40    | 3   | 2,4 |
| de 50 a 100   | 3,7 | 3   |

Les grapes de subjecció han d'ésser d'un material compatible amb les canonades. Si es tracta de canonades d'acer galvanitzat, les grapes també han d'ésser d'aquest material. Per a canonades de coure, les grapes han d'ésser de llautó.

S'han d'interposar anelles elàstiques de goma o feltre entre el tub i les grapes per a evitar que aquest es deteriori a causa dels moviments provocats per canvis tèrmics o vibracions.

Les connexions de la xarxa als aparells i als equips han de fer-se de manera que no hi hagi interacció mecànica.

### Recirculació

A les instal·lacions d'aigua calenta sanitària centralitzada, cal que hi hagi una recirculació equilibrada, de manera que la bomba de retorn distribueixi l'aigua homogèniament per totes les columnes. Per a aconseguir-ho s'han de posar vàlvules de regulació fiables, i és recomanable utilitzar una xarxa amb retorn invertit.

La mescla d'aigües de la mateixa composició química amb diferents temperatures ha d'ésser agressiva. Per tant, en instal·lacions amb més d'un acumulador ha d'evitar-se l'entrada a la xarxa d'aigües de diferent temperatura. Això es fa acoblant els acumuladors en sèrie. L'acoblament dels acumuladors en paral·lel només pot fer-se en el cas d'un sistema perfectament equilibrat.

La xarxa d'aigua calenta i la d'aigua freda han de mantenir-se independents, cal evitar l'entrada d'aigua d'una a l'altra.

S'han d'instal·lar vàlvules de retenció a les derivacions de distribució sense recirculació, per a evitar que es posin en comunicació les dues xarxes a través dels aparells domèstics.

Si s'utilitzen hidromescladors automàtics, han d'anar proveïts de vàlvules de retenció a les entrades d'aigua freda i d'aigua calenta.

Per raons semblants, s'ha d'evitar la circulació en sentit invers, i cal utilitzar per a fer-ho vàlvules de retenció.

### Sistemes d'escalfament i d'emmagatzematge de l'aigua calenta sanitària

Sempre que sigui possible, l'escalfament de l'aigua s'ha de fer lentament. L'aigua escalfada lentament té tendència a fer-se incrustant i la seva duresa carbonatada es redueix. Un escalfament ràpid allibera un excés de  $\text{CO}_2$  que fa l'aigua agressiva; en cas d'utilitzar-se un sistema d'escalfament ràpid, cal utilitzar un "dipòsit tampó" a la sortida del generador per tal d'evitar que els gasos alliberats entrin a la xarxa. El funcionament més perillós és una successió d'escalfaments ràpids i lents que fa que en certs punts es dissolguin les capes incrustants i que es produeixin perforacions en localitzar-se la corrosió en zones molt petites.

És necessari que hi hagi escalfament de l'aigua mentre es va consumint. Per aquesta raó, les sondes termostàtiques han de situar-se correctament. Si no hi ha una reserva d'aigua calenta, el generador lliura a la xarxa una mescla d'aigua calenta i freda que és agressiva.

La temperatura dels intercanviadors no ha d'ésser gaire elevada (60°C) de manera que no es produeixin escalfaments excessius en moments de poc consum. Per a fer-ho, s'ha de regular la temperatura de l'intercanviador amb un termòstat que controli la caldera o una vàlvula de tres vies que, mantenint constant la temperatura de la caldera, disminueixi la de l'intercanviador. Si cal s'ha d'augmentar la superfície dels elements calefactors de l'intercanviador i el volum d'aigua emmagatzemada per tal de poder limitar la temperatura del circuit primari.

La temperatura de l'aigua de distribució no pot superar, segons la normativa, els 50 graus centígrads. L'aigua no pot preparar-se a temperatures superiors a 58 graus. Si la temperatura de l'aigua de distribució es regula amb una vàlvula de tres vies, cal situar la sonda en un petit dipòsit o botella a la sortida de la vàlvula. En el cas que es faci un tractament d'aigua, ha de fer-se de manera que l'aigua també tingui les característiques desitjades a la nova temperatura, cosa que pot fer necessari un nou condicionament en aquest petit dipòsit.

Els generadors o recuperadors de calor, com és ara, plaques solars, bombes de calor, motors i turbines d'energia total i de recuperació de calor de condensats, de circuits de refrigeració o d'aire calent i de fums de combustió, s'han de muntar en circuit tancat, perquè aquests difícilment tenen problemes de corrosió interior si es fan poques aportacions d'aigua.

Els intercanviadors de calor poden trobar-se tant a l'interior com a l'exterior dels acumuladors d'aigua calenta. Si són exteriors, han d'ésser construïts amb materials nobles i de manera que siguin fàcils de netejar.

En el cas més freqüent que els intercanviadors es trobin a l'interior de l'acumulador, han de permetre una substitució i una neteja fàcil, i una protecció catòdica eficient. Els tubs del cos d'escalfament han d'estar suficientment separats per a permetre una bona circulació d'aigua, evitar que s'hi acumuli brutícia i que hi hagi apantallaments en cas de protecció catòdica. La disposició dels tubs en quadre és més eficient que posar-los a portell. El cos d'escalfament "G.E." (tubs verticals en espiral) té un rendiment millor que els tubs en U, i sempre permet protecció catòdica.

Els intercanviadors interiors s'han de disposar de manera que l'aigua freda no impacti directament sobre les superfícies d'escalfament per a evitar d'aquesta manera escalfaments ràpids. En els acumuladors sempre s'hi ha d'instal·lar una comporta lateral (boca d'home) o una tapa fàcilment desmuntable que permeti l'accés a l'interior per a fer revisions i reparacions o per a netejar. El diàmetre d'aquesta obertura depèn del volum:

- capacitat superior a 500 litres: 400 mm de diàmetre;
- capacitat entre 100 i 500 litres: diàmetre igual al radi de la tapa;
- capacitat inferior als 100 litres: acumulador amb tapa desmuntable.

Per tal de facilitar la neteja dels fangs de l'acumulador, la part inferior ha de tenir arestes arrodonides. Els acumuladors han de

tenir una purga a la part inferior en els dipòsits verticals, i a la part baixa i al costat contrari al de l'entrada d'aigua freda en els dipòsits horitzontals. El diàmetre mínim d'aquesta ha d'ésser de 2" en acumuladors amb volum superior als 500 litres, i d'1 1/2" en acumuladors més petits. La purga s'ha de fer amb una vàlvula giratòria lubricable del tipus de les de bola sobre l'assentament de tefló. L'acoblament entre la purga i l'albelló s'ha de fer de manera que hi hagi una pèrdua de càrrega mínima.

També és necessari purgar els gasos que pugui haver-hi a l'acumulador. Cal, doncs, instal·lar un purgador automàtic d'aire fiable sobre un maniguet de 1/2" de diàmetre soldat a ras de la paret del dipòsit, uns centímetres per sobre de la sortida d'aigua calenta. Entre el purgador i el maniguet s'ha d'instal·lar una aixeta d'aïllament per a poder desmuntar i netejar el purgador. S'ha de conduir l'aigua del sobreexidor de manera que no caigui sobre el dipòsit.

### Instal·lacions de calefacció

El circuit de seguretat i el vas d'expansió tenen com a única finalitat adaptar la instal·lació als canvis de volum deguts a les variacions de temperatura. Per tant, no s'han de connectar radiadors al circuit de seguretat.

El vas d'expansió ha de tenir un volum suficient per tal d'evitar el seu desbordament a temperatures elevades. És molt freqüent que en instal·lacions en què s'amplia la xarxa però no el vas d'expansió, aquest tingui un volum massa petit que faci que es desbordi a temperatures altes i es buidi a temperatures baixes, introduint a la xarxa, per bombeig, aigua carregada d'oxigen i obligant al mateix temps a fer aportacions d'aigua importants.

El sobreexidor del vas d'expansió ha d'abocar l'aigua a un lloc visible de la sala de màquines, o exterior, i s'hi ha de connectar un dispositiu de purga de gasos.

Cal evitar una circulació excessiva pel vas d'expansió, atès que l'aigua remoguda es satura ràpidament d'oxigen. El pas de l'aigua ha d'estar provocat únicament pels canvis de volum deguts a les variacions de temperatura. En aquest sentit, s'ha d'evitar muntar el circuit sota la influència de la bomba, perquè el vas i la xarxa queden directament comunicats. També cal evitar la caiguda en cascada de l'aigua en el vas per un error de connexió.

Per tal d'evitar l'absorció d'oxigen, mai no s'ha d'utilitzar un vas d'expansió a l'aire lliure en posició horitzontal, d'aquesta manera hi ha una superfície de contacte excessiva entre l'aire i l'aigua.

Quan la instal·lació tingui varies calderes amb un vas cadascuna, no s'ha d'utilitzar un circuit de seguretat comú, perquè això provocaria oscil·lacions del nivell d'aigua als vasos per efecte de la variació de pressió en els punts de connexió. Tampoc no s'han d'utilitzar dipòsits de reserva d'aigua per a igualar els nivells dels recipients d'expansió.

No s'han d'utilitzar recipients de compensació de pressió en els quals el valor d'aquesta pressió es manté amb bombes d'aire i reguladors de pressió, si no hi ha garanties que les vàlvules siguin prou estanques, perquè les bombes d'aire s'haurien de connectar freqüentment, i això produiria aportacions d'oxigen importants.

En el cas d'utilitzar recipients de compensació de pressió amb

cambrà de nitrogen, cal assegurar-se de la puresa d'aquest. Aquests recipients asseguruen que no hi penetrarà oxigen però no l'evacuació dels gasos.

### Sistemes de control i neteja

Les característiques químiques de l'aigua, especialment la de distribució urbana, acostumen a ésser molt variables en el temps.

Això fa necessaris certs sistemes de control per a conèixer l'estat de la instal·lació i les característiques de l'aigua.

D'aquesta manera, quan calgui, l'aigua pot ésser tractada de la manera més convenient. En el disseny sempre s'ha de facilitar l'eventual aplicació d'un tractament d'aigua.

Per a poder controlar l'estat de l'interior de les canonades i poder detectar i corregir els processos de corrosió o d'incrustacions, s'han de muntar tubs testimoni. Se n'han de muntar tres:

- un a l'entrada d'aigua de l'edifici, amb by-pass per a no interrompre el servei mentre s'examina el tub;
- un a la sortida del dipòsit acumulador, a un mínim de dos metres d'aquest. També s'hi ha d'instal·lar amb by-pass;
- un a la canonada de retorn de l'aigua calenta al dipòsit.

Els tres tubs han d'ésser horitzontals, d'uns 50 centímetres de llargària i d'un diàmetre igual al de la xarxa on estan connectats. Per a l'estudi de les característiques químiques de l'aigua, al costat dels tubs testimoni s'han d'instal·lar punts per prendre mostres d'aigua. El mostreig s'ha de fer amb una T amb aixeta, acabada en un terminal roscat de 1/2" de diàmetre per a facilitar la connexió d'aparells de mesura.

En instal·lacions de calefacció es permet la mesura de la quantitat d'oxigen dissolt en punts pròxims on aquest pot fer la seva entrada, com és ara el retorn del vas d'expansió i la part que va després de les bombes.

Per a la neteja d'instal·lacions d'aigua calenta sanitària, s'ha de muntar una derivació en el seu retorn.

A les canonades de retorn és convenient intercalar-hi filtres i decantadors per a facilitar-ne la neteja, sempre que es tingui cura del manteniment d'aquests elements. Aquests filtres s'han de posar a la sala de màquines i han d'estar situats abans de la bomba de retorn. Els filtres són del tipus cartutx amb tamís de 20 micres. La seva superfície ha d'ésser prou gran per a evitar retencions. La finalitat del filtre és evitar la permanència sobre la canonada dels productes de corrosió, que en contacte amb el metall actuen com micropiles de corrosió.

Com un procés de la neteja, cal evitar la presència d'aire a l'interior de la instal·lació. Amb aquesta finalitat, juntament amb els purgadors d'aire dels acumuladors a les instal·lacions d'aigua calenta sanitària i el del sobreeixidor del vas d'expansió en les de calefacció, s'han d'instal·lar purgadors d'aire manuals o automàtics en els finals superiors de columna.

L'evacuació només serà efectiva en punts amb circulació lenta a la part alta de la xarxa. No pot preveure's la purga d'aire per l'aixeta de l'últim usuari, perquè no hi ha regularitat en el procés. Si els purgadors són automàtics, cal intercalar-hi una vàlvula per a permetre la seva neteja.

A les instal·lacions de calefacció s'han d'utilitzar radiadors que permetin la purga completa d'aire i evitin acumulacions de fangs i productes de corrosió.

#### D'altres elements de la instal·lació

Les bombes de les instal·lacions de fontaneria i calefacció han d'ésser d'un tipus que no introduxi aire a la xarxa. Si els eixos estan lubricats per traspuament són punts idonis per a l'entrada d'aire a la xarxa, i fan necessàries aportacions freqüents d'aigua en els circuits tancats. Si la bomba està insuficientment dimensionada, provoca una zona de pressió excessivament baixa que permet l'entrada d'aire.

En instal·lacions de calefacció és molt important la situació correcta de la bomba. Si les bombes s'instal·len en llocs incorrectes o hi ha pressions massa elevades, l'absorció d'oxigen és important. Si la pressió hidrostàtica és alta, hi ha d'haver aeració diferencial, perquè a les parts baixes l'oxigen es reabsorbeix i s'allibera a les parts superiors, que suporten pressions inferiors.

S'han d'evitar els cops d'ariet. Si s'utilitzen amortidors per a fer-ho, cal que siguin dels que tenen una membrana elàstica de separació entre l'aire i l'aigua.

No s'han d'utilitzar en cap cas les canonades com a element conductor a terra per a la instal·lació elèctrica.

Una instal·lació d'acer que tingui algun tram enterrat mai no s'ha de connectar a terra amb electrodes de coure, això donaria lloc a una pila entre la xarxa i la pica amb el terra com electrolit; els electrodes han d'ésser d'acer galvanitzat o, preferentment, de zinc.

## Capítol 2 Tipus d'aigua i elecció dels materials

### Determinació del tipus d'aigua

Ja s'ha esmentat anteriorment que les característiques químiques de l'aigua són molt variables, i que per tant, un tipus d'instal·lació que en principi pot ésser el més adequat, pot necessitar després algun sistema de protecció.

Per a classificar les aigües ens fixarem primer amb la seva capacitat per a formar capes calcàries sobre la superfície dels tubs. El caràcter agressiu, passivant o incrustant es determinarà per l'índex de saturació o índex de Langelier (Is). L'índex de saturació relaciona el pH real amb el pH de saturació, que és funció de la força iònica i de la temperatura, i que pot determinar-se, a partir d'una anàlisi de l'aigua, amb l'àbac de Powell, Bacon i Lill.

Si l'índex de saturació és superior a 0,5, l'aigua és incrustant, i si és inferior, és agressiva.

Una aigua incrustant diposita capes de calç i provoca problemes d'incrustacions, amb una disminució del diàmetre útil de les canonades i del rendiment dels intercanviadors. Generalment, no hi ha problemes de corrosió, perquè el metall no està en contacte amb l'aigua.

D'altra banda, si l'aigua és agressiva, el metall està en contacte directe amb l'aigua, i és atacat en el cas que aquesta aigua tingui caràcter corrosiu.

Es donen a continuació una sèrie de paràmetres que serveixen per a determinar la corrosivitat de l'aigua sobre l'acer galvanitzat.

A partir dels límits que s'indiquen es considera l'aigua com a corrosiva per l'acer galvanitzat.

Per a aigua freda, tenim:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| - Resistivitat                 | inferior a 1500 o superior a 4500 ohm.cm |
| - TAC                          | inferior a 1,6 meq/l (8 <sup>o</sup> f)  |
| - Oxigen dissolt               | inferior a 4 mg/l                        |
| - CO <sub>2</sub> lliure       | superior a 30 mg/l                       |
| - CO <sub>2</sub> agresiu      | superior a 5 mg/l                        |
| - Calci en Ca <sup>++</sup>    | inferior a 1,6 meq/l (8 <sup>o</sup> f)  |
| - Sulfats en SO <sub>4</sub> = | superior a 3,12 meq/l (150 mg/l)         |
| - Clorurs en Cl-               | superior a 2,82 meq/l (100 mg/l)         |

Per a aigua calenta, els paràmetres i els seus límits són:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| - Resistivitat                 | inferior a 2200 o superior a 4500 ohm.cm |
| - TAC                          | inferior a 1,6 meq/l (8 <sup>o</sup> f)  |
| - CO <sub>2</sub> lliure       | superior a 15mg/l                        |
| - Calci en Ca <sup>++</sup>    | inferior a 1,6 meq/l (8 <sup>o</sup> f)  |
| - Sulfats en SO <sub>4</sub> = | superiors a 2 meq/l (96 mg/l)            |
| - Clorurs en Cl-               | superiors a 2 meq/l (71 mg/l)            |
| - Sulfats i clorurs            | superiors a 3 meq/l                      |

Les aigües fredes no poden circular per tubs de coure que tinguin una pel·lícula de carboni, procedent de l'estiratge del tub, sobre la seva superfície interior. Per aquests tubs és molt probable l'atac per picadures anomenat Pitting 1, el perill augmenta en aigües dures no superficials.

Les aigües calentes es consideren corrosives pel coure si el

seu pH és inferior a 7,4 i tenen un contingut de sulfats superior al de bicarbonats. Aquestes aigües poden provocar l'atac per picadures anomenat Pitting 2.

### **Selecció dels materials i sistemes de protecció per a les instal·lacions d'aigua calenta sanitària centralitzada**

#### **Aigua passivant i poc corrosiva:**

Inicialment no s'ha d'instal·lar cap sistema de protecció, però s'ha de controlar l'evolució de la instal·lació i s'ha d'utilitzar un tractament apropiat en el cas que s'iniciïn problemes de corrosió o d'incrustació.

Cal utilitzar preferentment l'acer galvanitzat per a les canonades de la xarxa de recirculació. Si la xarxa és de coure i els acumuladors d'acer galvanitzat, s'hi ha d'instal·lar un sistema de protecció catòdica correcte.

Independentment del material utilitzat per a la xarxa de recirculació, pot utilitzar-se el coure per a portar l'aigua fins als aparells des de la xarxa de recirculació. Per a separar el galvanitzat del coure, s'ha d'instal·lar una vàlvula de retenció després de la de seccionament a l'entrada dels pisos o habitacions d'hotel o d'hospital. També s'ha de muntar un maniguet dielèctric.

#### **Aigua incrustant:**

En aquest cas pot muntar-se a l'entrada un descalcificador, o un tractament electrostàtic, magnètic o químic. S'ha d'anar amb cura que l'aigua no es torni agressiva i pugui iniciar-se un procés de corrosió, estudiant l'evolució dels tubs testimoni. La xarxa de recirculació ha d'ésser preferentment d'acer galvanitzat.

Alternativament a aquesta disposició, pot muntar-se un sistema de protecció catòdica i de tractament electrolític de l'aigua, que permet utilitzar canonades d'acer galvanitzat i acumuladors de ferro negre.

#### **Aigua agressiva i corrosiva per al galvanitzat, però no per al coure:**

Poden utilitzar-se tubs de coure i un acumulador d'un acer inoxidable adequat, o d'altres materials amb recobriments de pintura resinosa, ebonitat o vitrificat, o, preferentment, de ferro negre amb protecció catòdica per corrent imprès. Si les característiques de l'aigua varien de manera que el coure es veu atacat, s'ha d'utilitzar un tractament electrolític.

També poden muntar-se els tubs d'acer galvanitzat i l'acumulador de ferro negre, protegint la instal·lació amb un tractament electrolític, que té millors resultats sobre l'acer galvanitzat que sobre el coure.

#### **Aigua agressiva i corrosiva per al coure i per al galvanitzat:**

La instal·lació pot fer-se amb tubs de polièster reforçat amb fibra de vidre, de polietilè (prèvia aprovació pels serveis d'indústria) o d'un acer inoxidable compatible amb el tipus d'aigua, i amb l'acumulador dels mateixos materials o de ferro negre protegit catòdicament per corrent imprès.

Pot fer-se la xarxa amb acer galvanitzat i l'acumulador de ferro negre, utilitzant un tractament electrolític.

## Selecció dels materials, sistemes d'escalfament i de protecció per a les instal·lacions individuals d'aigua calenta sanitària

### Aigua passivant i poc corrosiva:

L'elecció del material depèn del tipus d'escalfament més adequat i del seu preu. Si l'escalfament es fa amb un acumulador, cal utilitzar galvanitzat a la xarxa d'entrada de l'aigua freda, i galvanitzat o coure a la sortida de l'acumulador. En cas d'utilitzar-se coure, s'ha de separar amb un maniguet dielèctric de la sortida de l'acumulador.

Si s'instal·la un escalfador instantani de gas amb serpentí de coure, les canonades d'aigua calenta també han d'ésser de coure.

Les que porten l'aigua freda fins a l'escalfador poden ésser de coure o de galvanitzat, s'hi ha d'intercalar un maniguet dielèctric en el segon cas.

### Aigua incrustant:

Cal instal·lar a l'entrada d'aigua de cada pis o a la general de l'edifici un descalcificador, per addició de polifosfats, tractament magnètic o electrostàtic, i seguir les recomanacions del punt anterior. El tractament s'ha de fer preferentment a l'entrada de l'edifici per tal de poder controlar la seva efectivitat amb tubs testimoni instal·lats amb aquest propòsit.

### Aigua agressiva i corrosiva per al galvanitzat, però no per al coure:

La solució més fàcil és utilitzar un escalfador de gas i tubs de coure. En cas que aquest tipus d'instal·lació no sigui convenient, cal utilitzar un acumulador d'acer inoxidable, de políester reforçat amb fibra de vidre, d'acer amb un bon revestiment (vitrificat) i protecció catòdica per ànode de sacrifici o d'acer amb protecció per corrent imprès.

### Aigua agressiva i corrosiva per al coure i per al galvanitzat:

En aquestes aigües cal reconsiderar la possibilitat de fer la instal·lació centralitzada. Si no és possible, cal utilitzar un acer inoxidable adequat, polietilè o políester reforçat amb fibra de vidre per als tubs. Per a l'acumulador poden fer-se servir els mateixos materials o ferro negre amb protecció catòdica per corrent imprès.

### Capítol 3 Materials

Per a l'elecció dels materials cal avaluar les característiques de l'aigua, les necessitats i el tipus de la instal·lació, i el cost del material i de la seva posada en obra. Les recomanacions fetes en aquest capítol fan referència al material de les canonades, al dels intercanviadors i al dels acumuladors.

Com a primera norma, no s'han de combinar metalls si no és imprescindible. Especialment, mai no s'han d'intercalar elements de fosa negra o de coure en una xarxa de galvanitzat; si és necessari utilitzar elements inexistents en acer galvanitzat, se'n faran servir de bronze o de llautó. Tampoc no s'ha d'instal·lar mai sense protecció catòdica un acumulador de galvanitzat en una xarxa de coure. A l'interior d'un acumulador de galvanitzat tampoc no pot haver-hi, sense protecció catòdica, un intercanviador de calor de coure.

També a fi d'evitar al màxim els parells galvànics, en escollir un metall determinat, cal intentar que tingui una qualitat homogènia en tota la instal·lació.

En rebre les canonades, cal controlar-ne la qualitat. En cas que la seva qualitat sigui dubtosa, s'han de prendre mostres i s'han d'enviar a un laboratori. Cal exigir sempre el marcatge dels tubs d'acord amb les normes UNE.

En general, la resistència d'un metall augmenta si la seva superfície no té rugositats, té una micrografia fina i uniforme i un bon acabat. La corrosió té tendència a iniciar-se en les parts del metall que tenen defectes, com és ara, inclusions, tensions, porus, ratllades, absència de recobriment o soldadures, especialment si estan incorrectament executades. També s'ha d'evitar l'aparició d'algun d'aquests defectes degut a una manipulació feta amb poca cura.

#### Coure

El coure és el més noble dels materials que s'utilitzen per a fer canonades, i, per aquesta raó, és, en principi, el més resistent a la corrosió. Un altre avantatge és la seva fàcil soldadura i manipulació, degudes a la seva baixa resistència mecànica.

Les normes UNE que marquen les mesures, les toleràncies, les característiques mecàniques i les condicions tècniques del subministrament dels tubs de coure són la UNE 37-116 (Coures C11XX: tubs rodons, estirats en fred i sense soldadura per a usos generals) i la UNE 37-141 (Coures C-1130: tubs rodons de precisió, estirats en fred i sense soldadura per al seu ús amb maniguets soldats per capillaritat).

Les normes NTE-IFF i NTE-IFC de fontaneria marquen la utilització de tubs de coure estirat sense soldadura, desoxidat amb fòsfor en el seu refinatge, de secció circular i de gruix uniforme.

Les mateixes instruccions indiquen que les superfícies interiors i exteriors del tub han d'ésser llises, uniformes i sense ratlles, bufaments, escòries, picadures o plecs.

Segons el tractament tèrmic a què han estat sotmesos els tubs, han d'ésser més o menys maleables i s'han de trobar en els estats anomenats dur, semidur i tou. Sempre que sigui possible, s'han d'utilitzar tubs en estat dur per a les canonades d'aigua freda, perquè els tubs més fàcilment manipulables poden tenir a la superfície una pel·lícula de carboni procedent de l'es-

tiratge que pot afavorir una molt ràpida corrosió per picadures. També, com a defensa contra la corrosió per picadures, és convenient l'aleació de petites quantitats d'alumini o estany.

Les aleacions del coure tenen un comportament molt similar. El bronze és una mica més resistent i el llautó una mica menys que el coure. Les característiques dels tubs de llautó vénen normalitzades per la UNE 37-107.

### **Acer galvanitzat**

El principal avantatge que té l'acer galvanitzat és que la seva superfície és un substrat molt favorable per a la formació de capes protectores, fet que el fa un material idoni per als tractaments. Precisament per aquesta bona adherència de les capes passivants, la velocitat de corrosió dels tubs de galvanitzat acostuma a disminuir d'una manera important amb el temps.

Les normes UNE que fan referència als tubs d'acer galvanitzat són la UNE 19-047 (Tubs d'acer soldats i galvanitzats per instal·lacions interiors d'aigua freda i calenta), la UNE 19-048 (Tubs d'acer sense soldadura, galvanitzats, per a instal·lacions interiors d'aigua freda i calenta), la UNE 37-501 (Galvanitzat en calent) i la UNE 37-505 (Tubs d'acer galvanitzat en calent).

Entre d'altres requeriments, aquestes normes estipulen que el recobriment ha de tenir un bon acabat, ha d'ésser llis i sense taques o discontinuïtats i amb una adherència suficient per a suportar la manipulació normal sense despendre's. La massa mínima de recobriment, sumant les superfícies interior i exterior, i sense tenir en compte les acumulacions, ha d'ésser de 400 grams per metre quadrat.

Les normes NTE-IFF i NTE-IFC indiquen que els tubs han d'ésser d'acer estirat en fred, sense soldadura i amb rosca cilíndrica.

Els tubs han d'ésser de secció circular, gruix uniforme i sense rebaves als talls. Les peces especials que calgui utilitzar en una xarxa d'acer galvanitzat han d'ésser de fosa maleable amb un galvanitzat interior i exterior.

En certes aigües, poden donar-se corrosions de l'acer galvanitzat molt ràpides si s'arriba a temperatures excessivament elevades que provoquin una inversió de polaritat entre el ferro i el zinc.

Això mai no es dona a temperatures inferiors a 60 graus centígrads.

### **Ferro negre**

Aquest material té una resistència molt inferior a la del coure o a la de l'acer galvanitzat. Mai no s'ha d'utilitzar en instal·lacions d'aigua sanitària freda o calenta. Només pot utilitzar-se en instal·lacions de calefacció que es comportin realment com un circuit tancat.

Els tubs d'aquest material estan regulats per la norma UNE 36091.

### **Acer inoxidable**

L'acer inoxidable és una aleació de ferro i crom principalment. Quan s'utilitza, cal assegurar-se de la seva compatibilitat amb el

tipus d'aigua amb què està en contacte, ja que pot veure's atacat, malgrat el seu nom.

En general, com més baix sigui el seu contingut de carboni, més resistent a la corrosió serà el tub. Un alt contingut de crom o de níquel, o una petita addició de manganès, fa el tub resistent a una varietat d'ambients més ampla.

Els seus requisits mínims vénen marcats a la UNE 19-049.

### **Plom**

Aquest material és el més idoni per a les conduccions de desguàs, i només s'ha d'utilitzar amb aquest propòsit.

Les seves característiques han d'estar d'acord amb el que indica la norma UNE 37-202.

### **Polietilè**

El polietilè no presenta cap problemàtica enfront de la corrosió, però la seva utilització a l'interior de l'habitatge ha d'estar aprovada pel Servei d'Indústria a fi de donar compliment a la Norma Bàsica (Ordre 9-12-75) (BOE 13-1-76), referent a la resistència, a la pressió i a les característiques del material.

Les dimensions d'aquests trets estan regulades per la Norma UNE 53131 i 53133 segons siguin de densitat baixa o alta. Es pot utilitzar per a canonades d'aigua freda i calenta ( 60°).

## Capítol 4 Posada en obra

### Manipulació i emmagatzematge dels tubs

Després del control de qualitat, i un cop s'ha acceptat la comanda, els tubs s'han d'emmagatzemar amb una bona ventilació, fora de l'embalatge i sense tapar. Cal evitar que estiguin en contacte amb materials agressius o higroscòpics, com és ara, el guix, les cendres o la fusta humida. Els tubs s'han de mantenir separats del terra i amb una petita inclinació per a facilitar-ne el drenatge.

S'ha d'evitar donar als tubs un tractament violent, tant en l'emmagatzematge com durant la seva posada en obra. En els tubs d'acer galvanitzat, cal reparar les petites zones que puguin haver quedat sense recobriment amb una pintura rica en zinc.

A les curvatures, els tubs no han de tenir discontinuïtats importants, absència de recobriment o deformacions a la seva secció transversal.

S'ha d'evitar l'ús de colzes d'acer galvanitzat fissurats.

La secció de les corbes no ha d'ésser mai inferior a la dels trams rectes.

En els tubs amb cordó de soldadura, aquest cordó ha de quedar a la fibra neutra de la curvatura. Cal evitar corbar excessivament els tubs.

Sempre que sigui possible, les curvatures s'han de realitzar cintrant els tubs o amb peces corbes, evitant els colzes. Per a diàmetres inferiors a 50 mil·límetres, els tubs s'han de cintrar en fred; per a diàmetres superiors, en calent.

S'han d'utilitzar tubs el més llargs possible per a reduir el nombre d'unions. Si les unions es fan per soldadura, aquestes soldadures mai no s'han de fer a temperatures excessivament altes, això podria modificar l'estructura cristal·lina del metall.

Els tubs d'acer galvanitzat mai no s'han de manipular de manera que pugui desprendre's el recobriment de zinc si després no hi ha possibilitat de recondicionar perfectament les superfícies interior i exterior. Sense aquest recondicionament, mai no s'han de soldar, tallar per oxitallada o doblegar-se en calent. Només pot soldar-se utilitzant el procés "sondo brasure", tot i que les unions s'han de fer preferentment roscades. Un cop presentats els tubs, per donar estanquitat a la unió, les rosques s'han de pintar amb mini i a la unió cal utilitzar estopa, pastes o cintes d'estanquitat. Per a unions de gran diàmetre, s'han de soldar brides i s'ha de galvanitzar el conjunt.

En els tubs de coure, les unions dels tubs de petit diàmetre poden fer-se per compressió. Per diàmetres més grans, s'han de fer per soldadura tova. S'ha de tenir en compte que en aigües toves lleugerament àcides, això pot comportar un risc per a l'usuari, atès que l'aigua pot arribar a tenir continguts de plom superiors al límit recomanat per la OMS (0,1 ppm.). Si s'utilitzen productes desoxidants per a preparar la superfície del tub per a la soldadura, cal eliminar-los després d'aquesta.

### Col·locació de les canonades

Quan les canonades tinguin soldadura de fabricació, per a evitar

la seva corrosió exterior, s'han de col·locar en els trams horitzontals de manera que el cordó de soldadura quedi a la part lateral. A les parts superior i inferior de la canonada és on tendeix a acumular-se més humitat, i cal evitar que una part especialment sensible a la corrosió, com és la soldadura, es vegi sotmesa a humitats altes.

Els empalmaments entre els diferents tubs han d'executar-se correctament. Les fuites han d'evitar-se perquè poden provocar corrosió interior, per aeració diferencial i corrosió exterior, si l'aigua tarda molt temps en evaporar-se o posa la canonada en contacte amb ions agressius.

Les proves d'estanquitat s'han de fer abans de tancar les canonades. Si la prova no es fa immediatament abans de l'entrada en servei de la instal·lació, s'ha d'assecar l'interior de les canonades amb un compressor o s'ha de deixar completament ple d'aigua no corrosiva, utilitzant aixetes de pas i taps per a ferho.

En una instal·lació de calefacció, les fuites fan que aquesta deixi de funcionar com un circuit tancat, i exigeixen aportacions d'aigua freqüents.

Després de la posada en obra, les canonades han de quedar completament netes tant per l'interior com per l'exterior. La presència de restes de la soldadura o del tallat del tub al seu interior pot fer que les capes calcàries tinguin una adherència deficient, alhora que poden comportar-se com a micropiles causants de corrosió. La presència de brutícia a l'exterior, a més de poder provocar l'atac de la canonada degut a possibles ions agressius, pot donar lloc a processos d'aeració diferencial.

Cal evitar les incrustacions exteriors de guix, i netejar-les si es produeixen, perquè és un material bastant higroscòpic i que conté sulfurs que ataquen les canonades de ferro. Per tant, si s'utilitza guix a les proximitats de les canonades de ferro, convé tancar-les amb paper o plàstic. En aquest sentit, és convenient posar el paviment abans de lliscar les parets properes, i netejar-lo de taques de guix en acabar el·liscat.

Durant la posada en obra, no s'han de subjectar amb guix les canonades que no siguin de plom; si es fa, cal netejar perfectament l'exterior de les canonades un cop se suprimeix aquesta subjectió.

S'ha esmentat anteriorment la conveniència d'utilitzar revestiments o fundes sobre les canonades per a prevenir la corrosió exterior. És molt important que aquests recobriments s'apliquin correctament, ja que és més perillosa una mala aplicació, que fa que l'atac es centri en petites àrees, que l'absència total de recobriment. Una pràctica molt freqüent que ha d'evitar-se és deixar sense revestiment la part inferior de la canonada, de difícil accés i especialment sensible a la corrosió.

Per a la protecció de les canonades no calorifugades, pot estendre's una o varies capes de pintura o d'un material bituminós, o recobrir-les amb bandes adhesives o un revestiment similar. Sobre l'acer galvanitzat no s'ha d'utilitzar mini de plom com a protecció, perquè és ineficaç sobre aquest material. Si les canonades d'aigua freda són encastades, també pot optar-se per a protegir-les aplicant-hi una beurada de ciment pòrtland que cobreixi completament el tub o ciment pòrtland en pols.

A les canonades calorifugades la camisa aïllant ha de permetre la dilatació i la contracció de la canonada sense provocar desperfectes. És molt important col·locar correctament la barrera de

vapor en els tubs que la requereixen, de manera que realitzi perfectament la seva tasca.

Abans de l'aplicació del recobriments, el tub ha d'estar perfectament net. Si durant la manipulació es produeixen desperfectes en el recobriments, és imprescindible reparar-los.

No s'han d'utilitzar com a recobriments papers o cartons que puguin tenir tintes agressives. Si els materials que envolten la canonada tenen un assecatge llarg, un recobriments d'aquest tipus no ha de protegir la canonada. Un recobriments bastant eficaç és el paper dels sacs de ciment Pòrtland, que és impermeable i alcalí.

Tampoc no s'han d'utilitzar beines de plàstic flexibles com les que s'utilitzen com a fundes per a conduccions elèctriques, ja que tenen poca estanquitat i si hi penetra l'aigua es dificulta molt la seva evaporació.

Durant el seu temps de vida útil, l'exterior de la canonada es veu atacat, primer, per la humitat resultant de la posada en obra i, més tard, per la humitat ambiental en forma de fuites, de condensacions i de filtracions. A les canonades vistes o en cambres ventilades, cap dels dos atacs acostuma a ésser greu. En canvi, a les canonades encastades, els dos problemes poden ésser molt importants si no es fa amb molta cura la posada en obra.

La porositat dels materials de construcció que envolten les canonades facilita l'assecatge de la humitat necessària per a la posada en obra, però alhora afavoreix l'atac posterior degut a filtracions i a la humitat ambiental. El problema és encara més greu en banys i cuines amb canonades per sota dels seus paviments, perquè aquests són sotmesos molt freqüentment a intensos rentats. Per al compliment de la "NAE aigua" aquesta última situació és difícil que aparegui.

La solució correcta, si les canonades han d'anar encastades, és minimitzar la humitat durant la posada en obra i, utilitzant recobriments poc porosos, evitar processos successius d'assecatge i augment de la humitat que concentrarien els ions agressius prop de la canonada per capil·laritat.

Per tal d'evitar la permanència d'humitats elevades durant un temps excessivament llarg, la posada en obra de les canonades s'ha de fer quan els materials de construcció sobre els que s'instal·len els tubs estiguin secs.

Cal evitar la presència d'ions agressius o de materials higroscòpics en els materials de recobriments. Mai no s'han d'utilitzar per a aquesta finalitat runes que continguin trossos de guix, cendres o escòries amb sulfurs o sulfats, o sorres de platja rentades insuficientment, que contenen clorurs i sulfurs molt solubles.

Per a fer mínima la permeabilitat dels materials que envolten les canonades, aquestes i els seus revestiments protectors s'han de recobrir amb un morter de poca porositat, més efectiu que un recobriments de formigó porós. Aquest morter ha d'ésser diferent del de fixació del paviment. La seva concentració d'ions agressius ha d'ésser més restringida que la normalitzada pels formigons armats, perquè el perill de condensacions és més important. Per tant, mai no s'han de confeccionar amb aigües de salinitat elevada, sorres de platja sense rentar o additius amb clorurs, i cal evitar la seva contaminació amb guix, escòries o cendres.

En la confecció del morter no s'han d'utilitzar diferents tipus de ciment, que podria donar lloc a piles causants de corrosió, o ciments siderúrgics, que formarien un medi reductor poc favorable a la conservació del tub.

Es recomana aplicar una capa d'1 o 2 cm d'un morter homogeni de ciment pòrtland amb dosificació mínima de 300 kg per metre cúbic, que recobreixi completament el tub. Es torna a mencionar la importància que té que els recobriments cobreixin el tub completament i d'una manera homogènia.

## Capítol 5 Manteniment i control

### Funcionament

La posada en servei de les instal·lacions de calefacció s'ha de realitzar correctament, ja que té una gran incidència sobre el futur de la instal·lació. Els circuits tancats sempre s'han d'omplir per sota. Immediatament després d'omplir la instal·lació, s'ha d'escalfar l'aigua i s'han d'evacuar els gasos. Un escalfament lent dona una millor qualitat a les capes protectores que es formen sobre el tub, però això no té gran importància si a la instal·lació no hi ha oxigen. Per altra banda, un escalfament ràpid fins a temperatures superiors a 80 graus centígrads, amb la instal·lació oberta, elimina gran part de l'oxigen dissolt.

Després de l'escalfament, s'ha de fer un control químic de l'oxigen dissolt, i si n'hi ha, s'ha d'eliminar amb un tractament químic. Si l'oxigenació fos continuada, cal buscar-ne les causes i eliminar-les.

Malgrat que des d'un punt de vista d'estalvi energètic és aconsellable interrompre la recirculació de les instal·lacions d'aigua calenta sanitària a les hores sense consum, això és perillós quant a la corrosió. Amb una temperatura de distribució no gaire elevada i un bon calorifugat, el consum és poc important.

En cas que sigui necessari interrompre el funcionament d'una instal·lació de fontaneria un període de temps llarg, el millor és buidar-la i assecat-la perfectament. Si l'assecatge no és perfecte, és més aconsellable deixar-la completament plena amb la mínima presència d'aire.

En instal·lacions de calefacció, s'ha de mantenir la pressió i s'han de netejar les parts en contacte amb els productes de combustió. Si hi ha depressions, els purgadors automàtics de gasos han de permetre l'entrada d'aire, i, per tant, l'absorció d'oxigen. En tornar-la a posar en funcionament, s'ha de fer com el primer cop.

### Control

Són imprescindibles les inspeccions periòdiques, tant de la instal·lació com de la qualitat de l'aigua. Cal examinar freqüentment els tubs testimoni. Com més freqüents siguin les inspeccions, més aviat podran detectar-se els problemes i les seves conseqüències seran menys greus.

Les normes de fontaneria NTE-IFF i NTE-IFC assenyalen que s'ha de fer una revisió completa cada dos anys, amb l'objectiu de reparar o substituir totes aquelles canonades, accessoris i equips que tinguin un funcionament deficient o estiguin en mal estat. També indiquen que cada quatre anys s'han de fer proves d'estanquitat i de funcionament.

A les instal·lacions de calefacció s'ha de controlar el volum d'aigua d'aportació que necessiten. Ha d'haver-hi un comptador amb aquest propòsit, i s'han d'anotar freqüentment les lectures per a determinar si les aportacions són excessives. També cal controlar la quantitat d'oxigen dissolt a l'aigua. Si la purga de gasos és manual, cal mirar si el gas purgat és hidrogen (que crema amb flama blava), ja que indica que es produeix un procés de corrosió. Si la purga és automàtica, s'han d'estudiar periòdicament les concentracions de metall dissolt.

## Neteja

Per tal d'evitar gradients tèrmics en els cossos d'escalfament, que provoquen una disminució del rendiment i l'aparició de piles de corrosió, cal netejar-los amb freqüència d'incrustacions i greixos.

Les calderes s'han de netejar regularment, tant per la part de l'aigua com per la de fums i foc. Un accident molt freqüent resulta de la renovació de la caldera amb una circulació més intensa, que fa que els fangs de la xarxa s'hi acumulin, fet que provoca corrosions importants, ja que les noves calderes són molt sensibles als sediments.

També per a evitar gradients tèrmics, s'han d'evacuar els fangs dels acumuladors de les instal·lacions d'aigua calenta sanitària. Per a fer-ho, la purga de fang s'ha d'obrir ràpidament per tal d'arrossegar la brutícia, i s'ha de tancar lentament per tal d'evitar cops d'ariet.

Perquè la instal·lació no tingui aire en el seu interior, cal extreure'l freqüentment. Si la instal·lació té purgadors automàtics a l'acumulador i als finals superiors de columna, aquests s'han de netejar freqüentment perquè el seu funcionament sigui correcte.

Si s'utilitzen filtres per a la neteja del retorn, han de rentarse periòdicament per tal de no dificultar la recirculació i evitar una gran acumulació de sediments.

A fi d'evitar la corrosió exterior, són imprescindibles d'altres operacions de neteja. En instal·lacions amb canonades no encastades, cal netejar-les i reparar les fundes o recobriments deteriorats.

Les galeries per on circulen canonades han d'estar ben ventilades. Si la ventilació és deficient, cal col·locar substàncies absorbents d'humitats i renovar-les periòdicament.

S'han de mantenir en bon estat els paviments col·locats sobre canonades i reparar ràpidament els junts deteriorats i les peces trencades o no fixades. Cal evitar la utilització de productes molt àcids o bàsics per a rentar aquests paviments.

## Reparacions

En instal·lacions de calefacció, si aquestes necessiten aportacions excessives d'aigua, cal buscar i resoldre els problemes que les ocasionen.

Si hi ha humitat deguda a fuites, falta de permeabilitat a les cobertes o d'altres problemes d'aquest tipus, s'han de reparar el més ràpidament possible i s'ha de donar una bona ventilació perquè disminueixi ràpidament el grau d'humitat.

Les reparacions mai no s'han de fer amb materials diferents dels que formen la xarxa. Incloure peces de coure en una xarxa d'acer galvanitzat provocaria un atac molt ràpid de la xarxa.

Si cal fer un tractament d'aigua, s'han de corregir abans els principals defectes de la instal·lació.

Les incrustacions mai no s'han de netejar químicament perquè els agents desincrustants poden provocar corrosió. El procediment correcte és instal·lar un descàlcificador o un sistema de

tractament electrolític. Si pel tub no circula pràcticament aigua, s'ha de netejar mecànicament o s'ha de substituir el tub si és necessari. Cal remarcar que poden haver-hi, especialment en xarxes de coure, problemes d'obstruccions provocats per un despreniment de les incrustacions degut a una circulació d'aigua agressiva: si per a solucionar-ho es fa un tractament antiincrustant, aquest tractament afavorirà la corrosió.

## Índex temàtic

|  |             |  |            |
|--|-------------|--|------------|
| Acer galvanitzat. _____                              | 20          | Bombes. _____  | 15         |
| Acció d'omplir un circuit tancat. 26                 |             | Bombes de calor. _____                               | 12         |
| característiques i especificacions. 20               |             | Bomba de retorn. _____                               | 8.11       |
| connexió a terra de la xarxa. 15                     |             | Bronze. _____  | 19         |
| en instal·lacions centralitzades d'aigua calenta.    |             | característiques. 19                                 |            |
| 16.17  |             | relació amb d'altres materials. 11                   |            |
| manipulació. 22                                      |             | Cabal d'aigua calenta sanitària. _____               | 8          |
| recobriments amb mini de plom. 23                    |             | Calderes. _____                                      | 14         |
| relació amb d'altres materials. 19.27                |             | calefaccions amb més d'una caldera. 14               |            |
| reparacions d'una xarxa d'acer galvanitzat. 27       |             | neteja. 27   |            |
| separació màxima entre punts de fixació de tubs      |             | temperatura. 12                                      |            |
| d'acer galvanitzat. 10                               |             | Canonades encastades o sota enrajolat. _____         | 9.24       |
| Acer inoxidable. _____                               | 20          | Canonades enterrades. _____                          | 8.10.15    |
| característiques. 20                                 |             | Canonades vistes o en galeries ventilades i          |            |
| en instal·lacions d'aigua calenta centralitzada. 17  |             | accessibles. _____                                   | 10.24.27   |
| en instal·lacions d'aigua calenta individual. 18     |             | Capacitat dels acumuladors. _____                    | 8.12       |
| Acumuladors. _____                                   | 11          | Característiques químiques de l'aigua. _____         | 14.16      |
| acoblament d'acumuladors. 17.18                      |             | Circuit primari. _____                               | 12         |
| boca d'home. 12                                      |             | regulació de la temperatura. 12                      |            |
| capacitat dels acumuladors. 8.12                     |             | Circuit de seguretat. _____                          | 13         |
| neteja. 12.13  |             | Circuits tancats. _____                              | 12         |
| Aigua. _____   | 11.16.17.18 | Col·locació de les canonades. _____                  | 23         |
| aportacions d'aigua en instal·lacions de calefacció. | 12.13.23    | Columnes. _____                                      | 9.15       |
| cabal d'aigua calenta sanitària. 8                   |             | Combinacions de metalls. _____                       | 8.10.19.27 |
| control de les característiques de l'aigua. 14.16    |             | Comptador d'aportacions d'aigua en                   |            |
| tipus d'aigua. 16                                    |             | calefaccions. _____                                  | 26         |
| variacions de temperatura de l'aigua de distribu-    |             | Condensacions. _____                                 | 8.9        |
| ció. 8.11.12   |             | Condicions ambientals. _____                         | 9.23       |
| velocitat de circulació. 8                           |             | Conduccions de desguàs. _____                        | 21         |
| Aire a l'interior de la instal·lació. _____          | 15          | Connexió a terra de la instal·lació elèctrica. _____ | 15         |
| bombes. 15   |             | Connexió a terra de la xarxa. _____                  | 15         |
| dipòsit tampó. 11                                    |             | Connexió dels equips a la xarxa. _____               | 11         |
| interrupcions del funcionament. 26                   |             | Cops d'ariet. _____                                  | 15.27      |
| pendent mínim dels trams horitzontals. 9             |             | Cordó de soldadura. _____                            | 22         |
| posada en servei d'instal·lacions de calefacció. 26  |             | Corrosió-erosió. _____                               | 8          |
| purgadors d'aire. 13.14.27                           |             | Coure. _____   | 20         |
| traçat recte. 9                                      |             | característiques i especificacions. 20               |            |
| Aïllament tèrmic. _____                              | 9           | corrosió-erosió. 8                                   |            |
| característiques dels aïllants. 9                    |             |  |            |
| col·locació dels aïllaments. 24                      |             |  |            |
| gradients de temperatura per falta d'aïllament. 8    |             |  |            |
| Aleacions del coure. _____                           | 19          |  |            |
| Amortidors dels cops d'ariet. _____                  | 15          |  |            |
| Ancoratge dels tubs. _____                           | 10          |  |            |
| Aplicació de recobriments. _____                     | 23          |  |            |
| Aportacions d'aigua en instal·lacions de             |             |  |            |
| calefacció. _____                                    | 12.13.23.26 |  |            |
| Armadures. _____                                     | 9           |  |            |
| Barrera de vapor. _____                              | 10          |  |            |
| Boca d'home. _____                                   | 12          |  |            |

|  |                  |
|--|------------------|
| en instal·lacions d'aigua calenta centralitzada. 7                       |                  |
| en instal·lacions d'aigua calenta individual. 18                         |                  |
| manipulació. 19  |                  |
| relació amb d'altres materials. 19                                       |                  |
| separació màxima entre punts de fixació de tubs de coure. 10             |                  |
| <b>Curvatures.</b> _____   | <b>2.28</b>      |
| execució. 22   |                  |
| <b>Decantadors.</b> _____  | <b>14</b>        |
| <b>Derivacions de distribució.</b> _____                                 | <b>17</b>        |
| <b>Dilatació dels tubs.</b> _____  | <b>9.10.23</b>   |
| <b>Dimensionament de la instal·lació.</b> _____                          | <b>8</b>         |
| <b>Dipòsit tampó.</b> _____  | <b>11</b>        |
| <b>Doblegat dels tubs.</b> _____   | <b>22</b>        |
| <b>Elecció dels materials de la instal·lació.</b> _____                  | <b>19.20.21</b>  |
| <b>Emmagatzematge dels tubs.</b> _____                                   | <b>22</b>        |
| <b>Empalmaments.</b> _____   | <b>22.23</b>     |
| <b>Estanquitat.</b> _____  | <b>22.23</b>     |
| <b>Escalfament.</b> _____  | <b>11.26</b>     |
| <b>Estructura metàl·lica de l'edifici.</b> _____                         | <b>9</b>         |
| <b>Fatiga dels tubs.</b> _____   | <b>8.9.10.11</b> |
| <b>Ferro negre.</b> _____  | <b>20</b>        |
| acumuladors de ferro negre. 17.18  |                  |
| característiques. 20   |                  |
| taques de guix. 23   |                  |
| <b>Filtres.</b> _____  | <b>15.27</b>     |
| <b>Fuites.</b> _____   | <b>23.27</b>     |
| <b>Generadors de calor.</b> _____  | <b>12</b>        |
| <b>Grapes de subjecció.</b> _____  | <b>11</b>        |
| <b>Hidromescladors automàtics.</b> _____                                 | <b>11</b>        |
| <b>Incrustacions.</b> _____  | <b>16</b>        |
| aigua incrustant. 16   |                  |
| gradients de temperatura deguts a les incrustacions. 8.27                |                  |
| neteja d'incrustacions. 27   |                  |
| <b>Inspeccions.</b> _____  | <b>14</b>        |
| <b>Instal·lació elèctrica.</b> _____                                     | <b>15</b>        |
| connexió a terra. 15   |                  |
| separació mínima de les canonades. 10                                    |                  |
| <b>Intercanviadors.</b> _____  | <b>12.19.27</b>  |
| <b>Interrupcions de funcionament.</b> _____                              | <b>26</b>        |
| <b>Interrupcions de la recirculació d'aigua calenta sanitària.</b> _____ | <b>26</b>        |
| <b>Llautó.</b> _____   | <b>20</b>        |
| característiques. 20   |                  |
| relació amb d'altres materials. 19                                       |                  |
| <b>Junts de dilatació.</b> _____   | <b>8</b>         |
| <b>Maniguets dielèctrics.</b> _____                                      | <b>17</b>        |
| <b>Maniguets passa-murs.</b> _____                                       | <b>10</b>        |
| <b>Manipulació dels tubs.</b> _____                                      | <b>19.22</b>     |
| <b>Materials de construcció.</b> _____                                   | <b>9</b>         |
| característiques químiques. 9.24   |                  |
| posada en obra. 24   |                  |
| <b>Morters de recobriment.</b> _____                                     | <b>24</b>        |
| <b>Neteja.</b> _____   | <b>27</b>        |
| d'acumuladors. 12.13.27  |                  |
| de calderes. 27  |                  |
| de canonades durant la posada en obra. 24                                |                  |
| dels cossos d'escalfament. 12.27   |                  |
| de l'exterior de les canonades i dels seus revestiments. 27              |                  |
| dels filtres. 27   |                  |
| de paviments. 27   |                  |
| dels radiadors. 15   |                  |
| de la xarxa. 14  |                  |
| extracció de l'aire de l'interior de la instal·lació. 9.11.12.15.26.27   |                  |
| gradients tèrmics per falta de neteja. 8                                 |                  |
| <b>Normes UNE.</b> _____   | <b>19</b>        |
| referents a l'acer galvanitzat. 20                                       |                  |
| referents a l'acer inoxidable. 21  |                  |
| referents al coure. 19   |                  |
| referents al ferro negre. 20   |                  |
| referents al llautó. 20  |                  |
| referents al plom. 21  |                  |
| <b>Obstruccions.</b> _____   | <b>8.27</b>      |
| <b>Oxigen dissolt a l'aigua de calefaccions.</b> _____                   | <b>26.27</b>     |
| control. 26.27   |                  |
| problemes que provoquen la seva presència. 13.14.26                      |                  |
| <b>Paviments.</b> _____  | <b>27</b>        |
| posada en obra. 22.23  |                  |
| rentat. 27   |                  |
| reparació. 27  |                  |
| <b>Plaques solars.</b> _____   | <b>12</b>        |
| <b>Plom.</b> _____   | <b>21</b>        |
| <b>Poliester reforçat amb fibra de vidre.</b> _____                      | <b>17</b>        |
| <b>Polietilè.</b> _____  | <b>21</b>        |

|   |             |   |                   |
|---|-------------|---|-------------------|
| Posada en obra. _____                                   | 20          | Sondes termostàtiques. _____  | 11                |
| manipulació i emmagatzematge dels tubs. 20              |             | Tall dels tubs. _____   | 22.23             |
| posada en obra de les canonades i dels recobriments. 22 |             | Tancaments exteriors. _____   | 8                 |
| Posada en servei de calefaccions. _____                 | 26          | Temperatura. _____  | 9                 |
| Proves d'estanquitat. _____                             | 22.26       | aïllament i pèrdues de temperatura. 9                               |                   |
| Protecció catòdica. _____                               | 10          | dels intercanviadors. 13  |                   |
| de canonades enterrades. 10                             |             | de l'aigua de distribució. 13                                       |                   |
| d'acumuladors. 12.17.18.19                              |             | de preparació de l'aigua. 13  |                   |
| Purga de fangs. _____                                   | 13.26       | regulació de la temperatura. 13                                     |                   |
| Purga de gasos. _____                                   | 13.14.26.27 | Termòstats. _____   | 13                |
| Qualitat dels metalls. _____                            | 8.19.20.22  | Tractaments d'aigua. _____  | 13.14.16.20.26.27 |
| Radiadors. _____  | 13.15       | Trams horitzontals de la xarxa. _____                               | 4                 |
| Recepció de les canonades. _____                        | 9           | Tubs testimoni. _____   | 14                |
| Recirculació. _____                                     | 11          | característiques i situació. 14                                     |                   |
| Recobriments. _____                                     | 9.23        | inspeccions. 17.18.26   |                   |
| Recorregut de la xarxa. _____                           | 8           | Unions. _____   | 20                |
| Recuperadors de calor. _____                            | 13          | Vàlvules. _____   | 11.12.17          |
| Regulació de la temperatura. _____                      | 13          | Vas d'expansió. _____   | 13                |
| Reparacions. _____                                      | 27          | Velocitat de circulació de l'aigua. _____                           | 8                 |
| de revestiments. 22.23                                  |             | Ventilació. _____   | 26.27             |
| dels paviments. 27                                      |             | Xarxa. _____  | 8                 |
| facilitar les reparacions. 13                           |             | de recirculació. 11.17  |                   |
| Revestiments.   |             | independència entre la xarxa d'aigua freda i la d'aigua calenta. 11 |                   |
| de les canonades. 9.22                                  |             | recorregut. 8   |                   |
| de l'interior dels acumuladors. 17                      |             | seccionament. 7   |                   |
| Soldadures. _____                                       | 22          | separació entre canonades d'aigua freda i d'aigua calenta. 8        |                   |
| cordó de la soldadura. 22.23                            |             | trams horitzontals de la xarxa. 8                                   |                   |
| risc de les soldadures. 8.19                            |             | derivacions de distribució. 17                                      |                   |
| unions amb soldadura. 22                                |             |   |                   |





**INSTITUT DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓ DE CATALUNYA**  
**Wellington, 19 - 08018 Barcelona**  
**Tel. 93 309 34 04 - Fax 93 300 48 52**