

SEZIONE 5

IDRAULICA – GAS

IMPIANTI IDRICI
CANALIZZAZIONI LEGATE ALLE OPERE MURARIE
MANDATA DELL'ACQUA
SCARICO DELLE ACQUE
RIFORNIMENTO IDRICO
RUBINETTERIA
IMPIANTI DEL GAS

IMPIANTI IDRICI ERRORI PIÙ FREQUENTI

Scheda N°:

64

Libro III

Nel corso delle nostre attività di controllo, si possono osservare una serie di errori ricorrenti che vengono elencati in questa scheda come promemoria per evitare di ripeterli.

1 Errori osservati nella fase di ideazione del progetto

Elenco degli errori (lista non esaustiva)

Documenti di riferimento incompleti o non aggiornati

Materiali e prodotti non conformi alle norme

Materiali e prodotti non comuni o nuovi, non dotati di documentazione tecnica adeguata

Tubazioni in asole, condotte, controsoffitti e vespai inaccessibili

Assenza di analisi dell'acqua e delle probabili variazioni delle principali caratteristiche dell'acqua

Inadeguatezza delle condutture alla natura dell'acqua

Trattamento dell'acqua sulle condutture dell'acqua calda in tubi di acciaio zincato non adeguato

Assenza di note di calcolo oppure note di calcolo incomplete o errate

Apparecchio di produzione di acqua calda sanitaria con superficie di scambio in rame su rete in tubi di acciaio zincato

Pluviali integrati nei pilastri in facciate o muri di testa di edifici situati in regioni soggette a rischio di gelo

2 Errori osservati nel corso della realizzazione dei lavori

Elenco degli errori (lista non esaustiva)

Assenza di analisi dell'acqua e delle probabili variazioni delle principali caratteristiche dell'acqua

Inadeguatezza delle condutture alla natura dell'acqua

Assenza di note di calcolo

Note di calcolo incomplete o errate

Assemblaggi di tubi in acciaio zincato:

– per saldatura autogena anziché per saldobrasatura

– per saldobrasatura inadeguata (deterioramento della zincatura a causa di un eccessivo aumento della temperatura)

Assenza di un dispositivo di scarico del gas, in particolar modo nella parte superiore delle colonne montanti dell'acqua calda realizzate con tubi in acciaio zincato

Assenza di guaine o manicotti nei punti di attraversamento di solai o di inserimento delle canalizzazioni all'interno dei solai

Tubazioni metalliche a contatto con le armature

Tubature posate nella malta di posa dei pavimenti in piastrelle

Diametro insufficiente dei pluviali

Assenza di troppo-pieno sulle coperture piane

Nessuna marcatura dei tubi in PVC

Spessore insufficiente dei tubi in PVC

Passaggio delle tubazioni nei locali esposti al gelo

3 **Inconvenienti osservati dopo il collaudo o in seguito a sinistri**

Elenco degli inconvenienti (lista non esaustiva)

Corrosione degli impianti di distribuzione dell'acqua calda, realizzati con tubi in acciaio zincato

Corrosione degli impianti di distribuzione dell'acqua fredda, realizzati con tubi in rame

Serbatoi di produzione di acqua calda sanitaria: rivestimento interno difettoso

Corrosione del circuito di distribuzione di acqua industriale, realizzato in acciaio zincato, in cui transita acqua fredda, calda e a uso antincendio

Rottura di una guarnizione sulla canalizzazione di scarico

Inondazione dei seminterrati a causa del sovraccarico della fognatura (canalizzazioni inadeguate)

Raccordo delle acque nere alla condotta di mandata di una stazione di sollevamento degli scarichi WC

Corrosione della rubinetteria sanitaria (perdita di zinco delle sedi in ottone)

CANALIZZAZIONI LEGATE ALLE OPERE MURARIE TERMINOLOGIA

Scheda N°:

65

Libro III

Nel seguito si farà riferimento alla terminologia seguente.

Canalizzazione annegata

Canalizzazione che viene annegata in un elemento delle opere murarie; la messa in opera del materiale costitutivo (generalmente il calcestruzzo) avviene successivamente alla posa della canalizzazione.

Canalizzazione sottotraccia

Canalizzazione che viene messa in opera in un apposito spazio predisposto al momento dell'esecuzione delle opere murarie; il riempimento viene successivamente eseguito con un materiale della stessa natura del materiale circostante.

Canalizzazione incassata

Canalizzazione che viene installata in un canale praticato in un'opera esistente; il riempimento viene successivamente eseguito con un materiale della stessa natura del materiale circostante.

Strato di sottofondo

Termine che viene utilizzato per indicare uno strato disposto tra un solaio di supporto e una pavimentazione, per installarvi una canalizzazione. Questo strato può essere realizzato con materiali di vario genere (sabbia, ghiaietto, pozzolana ecc.) eventualmente stabilizzati con cemento.

Elemento portante

Qualunque elemento delle opere murarie (verticale, orizzontale o altro) che contribuisce alla stabilità dell'edificio.

Vano tecnico

Volume generalmente accessibile, che racchiude uno o più condotti e che può contenere anche accessori, come per esempio, rubinetti, contatori ecc.

Nota

I vani tecnici dovrebbero prevedere, a ogni piano o in ogni locale, apposite botole di ispezione o elementi smontabili che consentano di localizzare un'eventuale perdita a una distanza di 3 m.

Guaina

Rivestimento continuo privo di fenditure e non solidale alla tubazione, il cui scopo consiste nel consentirne la dilatazione e nel garantirne l'isolamento dall'umidità o da un liquido esterno.

Nota

La guaina solidale a un tubo preisolato (in PVC o in polietilene) è consentita solitamente in un solaio, a condizione che la temperatura dell'acqua sia inferiore a 60 °C.

Manicotto

Elemento di tubo in cui una tubazione viene posizionata in corrispondenza del punto di attraversamento di un solaio, di un muro o di una parete, per separare la tubazione dalle opere murarie e/o dal riempimento ed evitare un contatto tra la tubazione stessa e un liquido esterno.

Attraversamento di parete

L'attraversamento di una parete può essere orizzontale (solaio), verticale (muro o parete) o eventualmente inclinato.

Strisce adesive

Strisce che garantiscono l'isolamento elettrico e chimico delle canalizzazioni destinate a essere protette dalla corrosione. In questa definizione rientrano le strisce generalmente costituite da una pellicola in materiale plastico (PVC, polietilene ecc.).

La posa avviene in base alle istruzioni del produttore, in seguito alla pulizia delle tubazioni, con o senza strato primario che ne facilita l'aderenza; la percentuale di ricoprimento delle spire è del 50%.

Il controllo della continuità elettrica può essere svolto per mezzo di un tester di rivestimento a una tensione regolata a 10.000 volt.

Assemblaggio meccanico

Assemblaggio realizzato tra due o più elementi o accessori di tubazioni con un mezzo meccanico che non prevede né saldature né brasature, bensì l'avvitamento diretto di due componenti, il montaggio di un giunto a flangia ecc.

Brasatura

Operazione che consiste nell'unire due parti metalliche di un assemblaggio per mezzo di un metallo di apporto allo stato liquido, che possiede una temperatura di fusione inferiore a quella dei componenti da unire e che serve a bagnare il metallo di base che non prende parte, per fusione, alla creazione del giunto (per esempio, l'assemblaggio di metalli ferrosi con bacchette in lega di rame).

La brasatura viene detta capillare quando il metallo di apporto penetra per capillarità tra le due superfici da assemblare (come accade, per esempio, per la maggior parte delle brasature tra elementi tubolari).

Si distinguono inoltre la brasatura forte, nel caso in cui la temperatura di fusione del metallo di apporto sia superiore a 450 °C, e la brasatura dolce, se invece questa temperatura è inferiore a 450 °C. La qualifica di "forte" o "dolce" non si riferisce in alcun modo alla qualità meccanica o alla tenuta degli assemblaggi realizzati.

Saldatura autogena

Operazione che consiste nell'unire due o più componenti della stessa natura per mezzo di un prodotto di apporto, la cui temperatura di fusione è dello stesso ordine di grandezza di quella del materiale di base. L'unione dei componenti, che avviene per interpenetrazione tra il materiale di base e il prodotto di apporto, avviene per riscaldamento.

Saldobrasatura

Brasatura in cui l'assemblaggio si ottiene gradatamente mediante una tecnica operativa analoga a quella della saldatura autogena, in quanto la temperatura di fusione del metallo di apporto è superiore a 450 °C.

Nella Fig. 1 sono illustrate le differenze sostanziali tra la saldatura, la saldobrasatura e la brasatura.

Il giunto saldato (Fig. 1a) comprende una zona di interpenetrazione tra il metallo depositato e il metallo di base con fusione dei bordi dello smusso.

Il giunto saldobrasato (Fig. 1b) mostra invece un'aderenza pellicolare tra il cordone di metallo depositato e i bordi da assemblare non portati a fusione.

Il giunto brasato (Fig. 1c) fa apparire una penetrazione capillare tra le superfici.

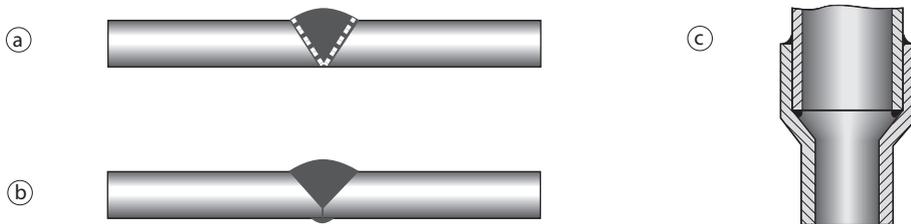


Figura 1

**Principali differenze tra la
saldatura (a),
la saldobrasatura (b)
e la brasatura (c).**

CANALIZZAZIONI LEGATE ALLE OPERE MURARIE MESSA IN OPERA ALL'INTERNO DEI SOLAI

Scheda N°:

66

Libro III

La posa delle canalizzazioni all'interno dei solai consente di guadagnare spazio. Esistono tuttavia anche altre soluzioni che permettono di mascherare le canalizzazioni pur lasciandole accessibili: basamenti, soffitti a cassettoni, controsoffitti, cordoli e mobili tecnici, progettati per essere smontabili.

L'installazione di canalizzazioni nei solai presenta però alcuni rischi, in quanto, in caso di inconvenienti, è necessario rieseguire l'installazione in condizioni tecnicamente difficili e finanziariamente onerose.

Infine, l'interesse economico di questo tipo di installazioni non è sempre scontato.

Comunque sia, se viene adottata questa modalità di posa, il direttore dei lavori deve assicurarsi che le opere non possano compromettere la resistenza meccanica degli elementi portanti o non portanti e che la riparazione o la sostituzione di una parte o di un'intera tubazione rivestita o incassata possa essere eseguita senza alterare tale resistenza.

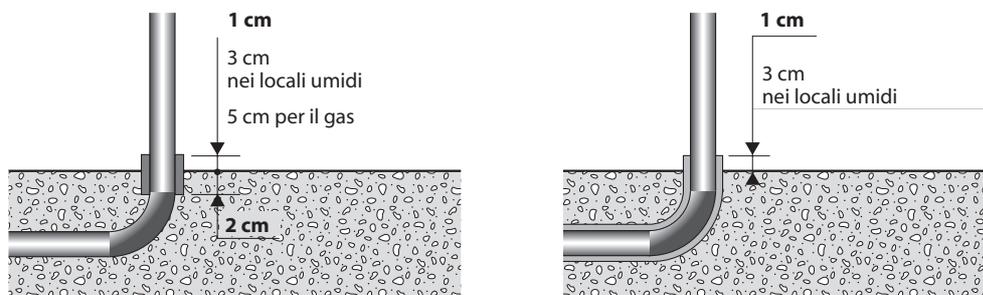
1 Raccomandazioni importanti

La messa in opera per annegamento è sconsigliata in tutti gli elementi portanti.

Gli additivi per calcestruzzo contenenti cloruri, ioduri o derivati ammoniacali sono vietati qualora le canalizzazioni debbano essere messe in opera nel calcestruzzo.

Il ricoprimento minimo di calcestruzzo dovrebbe essere di 0,02 m.

Le uscite dei solai dovranno rispettare le dimensioni indicate nella figura 1.



GAS, AF, AC ≤ 60

AC > 60° (riscaldamento)

Figura 1

Uscite dei solai.

Non è consigliato l'assemblaggio meccanico.

Gli unici assemblaggi da preferire sono gli assemblaggi saldati (incollati per il PVC).

Le diramazioni sono sconsigliate, tranne in corrispondenza degli apparecchi sanitari.

Non è opportuno l'attraversamento di un giunto delle opere murarie da parte delle canalizzazioni incorporate. L'attraversamento di un giunto di dilatazione o di un giunto di interruzione della muratura necessita di un percorso a vista.

2 Condizioni di utilizzo delle canalizzazioni comuni

Materiali	Acqua fredda ⁽¹⁾	Acqua calda ⁽¹⁾	Acque nere	Gas
TC – Tubo in rame				
incrudito – ricotto – intermedio	•	•	•	•
– manicotto obbligatorio		• > 60 °C		•
– brasatura forte raccomandata	•	•	•	
TN – Tubo in acciaio nero				•
– protezione obbligatoria con striscia adesiva in caso di rischio di contatto con le armature •				
– saldatura autogena in caso di assemblaggio obbligato				•
TAG – Tubo in acciaio zincato (raramente)	•	•		
– saldobrasatura in caso di assemblaggio obbligato	•	•		
– manicotto consigliato		•		
– manicotto o striscia adesiva consigliati in caso di rischio di contatto con le armature o posa in strato di sottofondo	•			
PVC – Polivinilcloruro non plastificato	•		•	
PVC-C – Polivinilcloruro clorinato	•	•		
PE – Polietilene (talvolta)			•	
PER – Polietilene reticolato	•	•		
Polibutene o polibutilene	•	•		
Polietilene reticolato – alluminio	•	•		

⁽¹⁾ Vedere scheda 68 "Canalizzazioni: scelta del materiale" relativa all'adeguazione delle condutture alla natura delle acque.

CANALIZZAZIONI LEGATE ALLE OPERE MURARIE
RACCOMANDAZIONI RELATIVE AI PUNTI DI
ATTRAVERSAMENTO ORIZZONTALI E VERTICALI
DI PARETI

Scheda N°:

67

Libro III

1 Alloggiamenti

Una buona regola da adottare consiste nel destinare appositi alloggiamenti a tutti i passaggi delle canalizzazioni, soluzione praticamente indispensabile per i solai, le travi e le pareti in calcestruzzo (indipendentemente dal loro spessore), oltre che per le murature con spessore superiore ai 15 cm.

2 Perforazioni

Le perforazioni delle pareti, in particolar modo per i lavori di rinnovo, di ristrutturazione o di manutenzione, non devono compromettere la stabilità delle opere murarie.

3 Assemblaggi

Per quanto possibile, è necessario evitare gli assemblaggi nelle pareti e scegliere materiali o sistemi che evitino i giunti in queste opere.

Per limitare gli assemblaggi, qualora la precedente raccomandazione non sia attuabile si può fare riferimento, per esempio, alle indicazioni della tabella seguente (riferimento alla norma francese DTU 60.1); in ogni caso:

- la lunghezza annegata viene misurata in base all'asse della tubazione;
- l'obliquità è l'angolo tra l'asse della tubazione e la perpendicolare alla parete.

Principali prescrizioni							
Punti di attraversamento		Acqua in pressione		Scarichi			
		Prescrizioni geometriche per la tubazione	Assemblaggi annegati	Prescrizioni geometriche per la tubazione	Assemblaggi annegati		
Solai	Edifici nuovi	Annegata o foro apposito	Vietati tranne giunti saldati o incollati		Tutti i tipi ammessi, tranne i giunti riempiti		
		Foratura					
		Edifici esistenti					
Casi particolari				Senza condotto { Profondità massima di incastro del giunto: 0,10 m Condotta rigido { Condotta flessibile Flangia a pavimento	Giunto preformato o sigillante		
					- WC - Vaschetta di raccolta rifiuti	Giunto superiore	Giunto inferiore
						- WC alla turca - Sifone a pavimento - Doccia	Giunto preformato o sigillante
					Tubazione di raccordo orizzontale incassata tollerata con alcune riserve	Tutti i tipi ammessi	Giunto preformato o sigillante
Muri - Divisori	Edifici nuovi	Annegata o foro apposito	Vietati tranne giunti saldati o incollati		Tutti i tipi ammessi, tranne i giunti pieni		
		Foratura					
		Edifici esistenti					
		Obliquità e lunghezza annegata non limitate Rettilinea Se spessore parete > 0,15 m: - obliquità massima: 50° - lunghezza annegata massima: 0,60 m Muro portante { Tubazione rettilinea Lunghezza annegata massima: 1 m Riempimento: lunghezza non limitata	Obliquità e lunghezza annegata non limitate Rettilinea Se spessore parete > 0,15 m: - obliquità massima: 80° - lunghezza annegata massima: 0,60 m Muro portante { Tubazione rettilinea Lunghezza annegata massima: 1 m Riempimento: lunghezza non limitata				

Tipi di assemblaggi per canalizzazioni di scarico

Senza pretendere di volere redigere un elenco esaustivo di tutti gli assemblaggi possibili, la tabella riportata di seguito ha l'obiettivo di classificare e a caratterizzare i principali tipi di assemblaggi utilizzati per le canalizzazioni di scarico.

Tipi	Materiali e accessori	Principi di tenuta e di posa in opera	Esempi
Giunti riempiti ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> – Sigillante bituminoso – Sigillante oleoresinoso – Sigillanti in resine sintetiche (vedi esempi) – Malta di cemento – Lana di piombo 	Costipamento o inserimento dei materiali tra un bicchiere e un'estremità maschio	Esempi di sigillanti in resine sintetiche: <ul style="list-style-type: none"> – polisolfuro organico (Thiokol) – siliconi – poliuretano
Giunti colati ⁽¹⁾	– Piombo fuso	Materiale messo in opera allo stato liquido e quindi solidificato	
Giunti preformati	Uno o più anelli in gomma o in elastomero	Semplice pressione tra un bicchiere e un'estremità maschio	Per esempio: O-ring o guarnizioni dei lembi (tubi in ghisa, fibrocemento, PVC)
Giunti compressi	Uno o più anelli o rondelle in gomma elastomerica, fibra ecc.	Serraggio del giunto mediante un organo meccanico (bulloni, dadi, anello filettato ecc.)	Per esempio: <ul style="list-style-type: none"> – flange – giunti Gibault o simili
Giunti saldati (o brasati o saldobrasati)	Metallo di apporto appropriato	Assemblaggio testa a testa Brasatura capillare tra un bicchiere e un'estremità maschio	
Giunti incollati	Adesivo appropriato	Generalmente, incollaggio tra un bicchiere e un'estremità maschio	Per esempio: incollaggio dei tubi in PVC

⁽¹⁾ Molti dei materiali indicati possono essere associati nello stesso assemblaggio.

Esempi di attraversamento

Nelle figure 1 e 2 sono illustrati alcuni casi particolari.

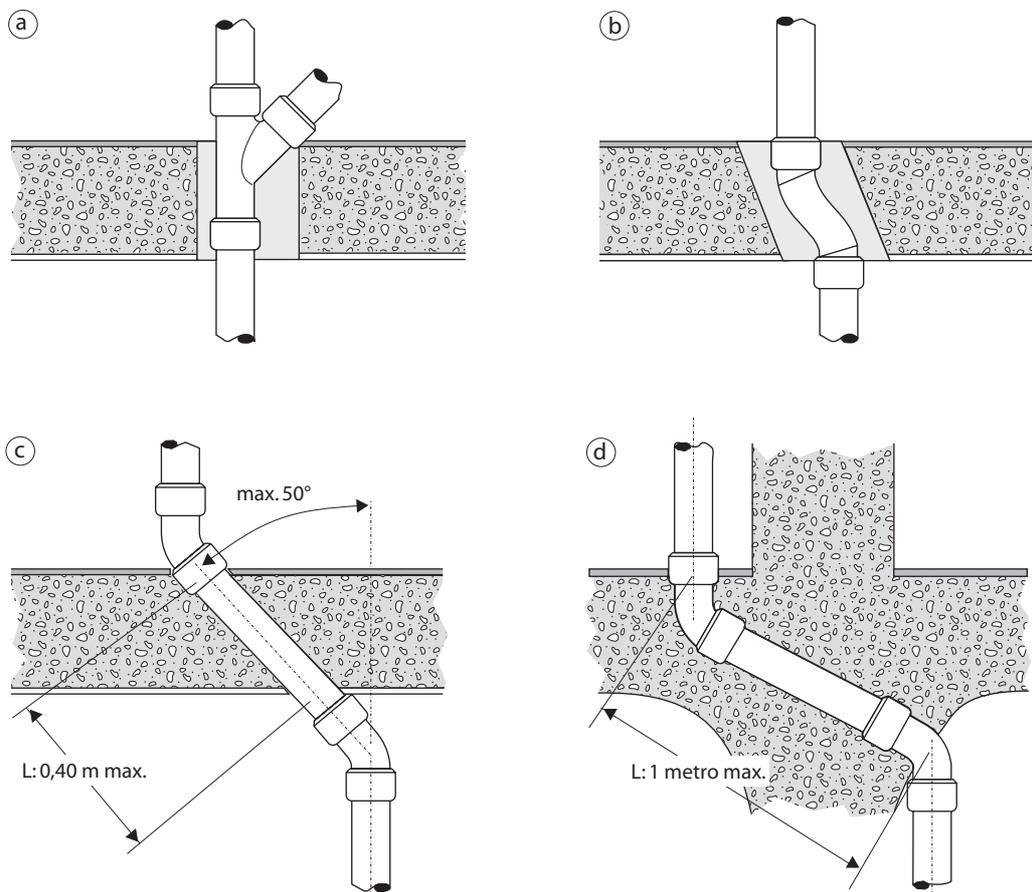


Figura 1

Esempi di punti di attraversamento di solai.

- Edifici nuovi in cui viene riservato un apposito foro. Assemblaggi anegati: sono ammessi tutti i tipi, tranne i giunti riempiti (Fig. 1a).
- Edifici nuovi in cui viene riservato un apposito foro: sono ammessi uno o due gomiti.
- Assemblaggi anegati: sono ammessi tutti i tipi, tranne i giunti riempiti (Fig. 1b).
- Edifici nuovi con foratura: nessun gomito anegato nel punto di attraversamento (Fig. 1c).
- Edifici esistenti: sono ammessi uno o due gomiti nel punto di attraversamento. Assemblaggi anegati: sono ammessi tutti i tipi, tranne i giunti riempiti (Fig. 1d).

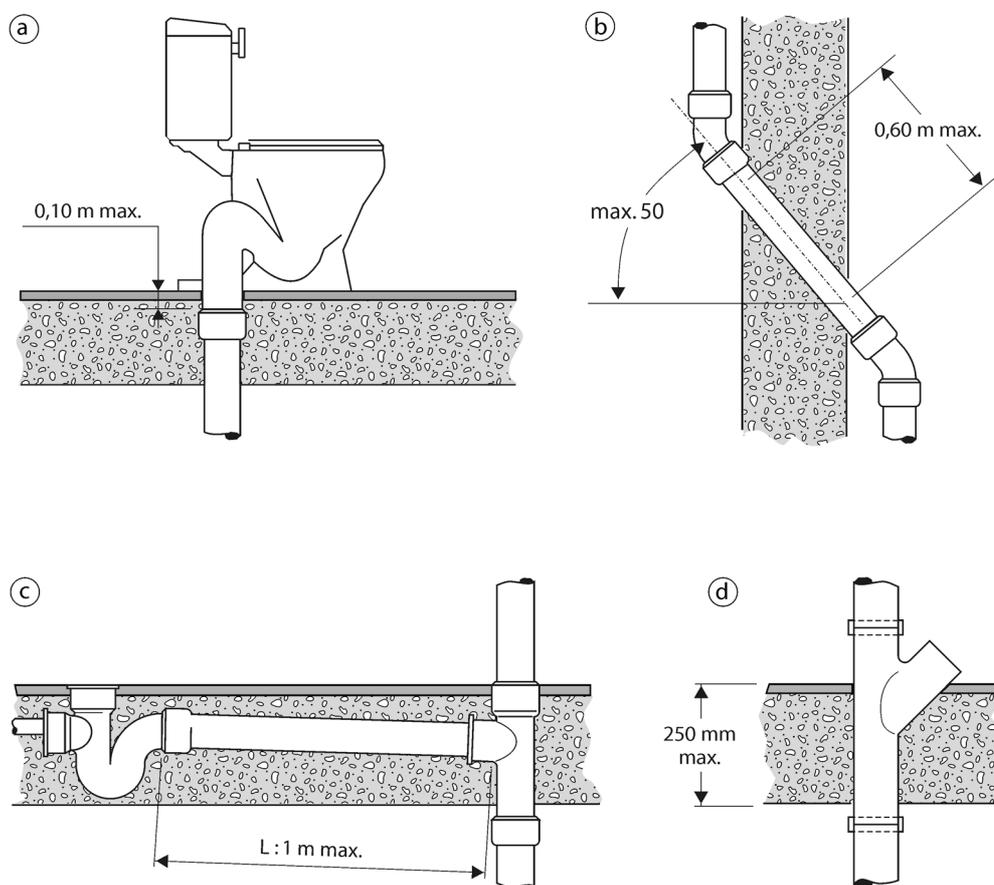


Figura 2

Punti di attraversamento di pareti: casi particolari.

- Casi speciali: raccordo di un W.C. senza condotto. Giunto preformato, giunto riempito con sigillante bituminoso, oleoresinoso o in resina sintetica (Fig. 2a).
- Perforazione in una parete verticale o inclinata. Edifici nuovi. Spessore della parete: superiore a 0,15 m (Fig. 2b).
- Casi speciali. Sifone a pavimento. Assemblaggi annegati: sono ammessi tutti i tipi, tranne i giunti pieni (Fig. 2c).
- Tubi biforcati (a Y) a fusto allungato. Questi tubi in ghisa DN 100 (diametro nominale), appartenenti alla serie UU (a doppia coda liscia) o EU (a bicchiere e coda liscia), soddisfano l'obiettivo previsto in termini di assoluta impermeabilizzazione dei solai con spessore inferiore o uguale a 0,25 m (Fig. 2d).

4 Manicotto

Il passante deve essere non corrodibile dall'acqua e dai prodotti per le pulizie domestiche. Per esempio, deve trattarsi di un manicotto in PVC o in acciaio protetto dalla corrosione per mezzo di un rivestimento o di una vernice anticorrosione o per zincatura.

Soluzioni costruttive relative ai manicotti in funzione del tipo di canalizzazione			
Caratteristiche dei manicotti	Acqua calda Acqua fredda	Scari- chi	Gas
Le condutture diverse da quelle in ghisa devono essere garantite da manicotti senza fenditure:			
• in corrispondenza dei solai	•	•	•
• in corrispondenza dei muri: – facoltativi per le canalizzazioni dell'acqua fredda – consigliati per le canalizzazioni dell'acqua calda – la protezione di una conduttura tramite un passante in corrispondenza di un punto di attraversamento di una parete deve essere totale; la mancanza del passante può dare origine a corrosione	•	•	
Fuoriuscita del manicotto (in mm):			
• sulla superficie del pavimento finito			50
– locale non umido	10	10	50 livellato
– locale umido (stanza da bagno, cucina)	30	30	
• sotto la superficie del soffitto finito	5	5	
• sulle pareti verticali	livellato	livellato	livellato
In tutti i casi in cui non è previsto un manicotto nel punto di attraversamento di una parete, i materiali a contatto con la canalizzazione non devono esercitare alcuna azione chimica su quest'ultima	•	•	•
Tuttavia, per quanto riguarda i materiali di sintesi, questa prescrizione non è critica	•	•	
Ciononostante, nel caso in cui i movimenti tipici della canalizzazione in servizio (dilatazione, vibrazione) o i movimenti dell'edificio lo richiedano, la canalizzazione deve essere isolata dalle opere murarie per mezzo di un manicotto (le canalizzazioni del gas non dovrebbero attraversare giunti di dilatazione né giunti di interruzione della muratura)	•	•	
Lo spazio anulare compreso tra il manicotto e la tubazione dovrebbe essere reso stagno con un materiale isolante imputrescibile e non igroscopico nei punti seguenti: – sul lato superiore, nel caso dei solai – sul lato esterno, nel caso dei muri interrati	•	•	•
Il diametro interno del manicotto dovrebbe essere superiore di almeno 2 mm rispetto al diametro esterno del tubo che deve proteggere. Le estremità dei manicotti metallici devono essere prive di bave	•	•	•

MANDATA DELL'ACQUA CANALIZZAZIONI: SCELTA DEL MATERIALE

Scheda N°:

68

Libro III

1 Criteri di scelta

La scelta del materiale per le condutture di distribuzione dell'acqua all'interno degli edifici deve essere determinata, così come per l'esterno, in funzione dei criteri elencati di seguito.

In materia di condizioni igieniche

Le canalizzazioni e, più in generale, tutte le attrezzature destinate alla distribuzione delle acque di alimentazione devono essere costituite da materiali che non siano in grado di alterare in alcun modo le qualità dell'acqua distribuita.

In materia di corrosione

L'abbinamento di materiali di natura diversa non deve in alcun caso modificare le qualità dell'acqua, né dare luogo in particolar modo alla comparsa di fenomeni di corrosione.

Il trasporto dell'acqua non deve dare luogo a fenomeni di erosione.

È da evitare la scelta di mettere in opera una canalizzazione in acciaio zincato a valle di una canalizzazione in rame.

2 Come limitare la corrosione

A seguito della comparsa di consistenti tracce di corrosione in impianti in cui circolava acqua con indice di corrosione molto basso, si è tentato il seguente esperimento: in quest'acqua sono stati immersi, in laboratorio, raccordi e provini prelevati dagli impianti in questione. La corrosione constatata era trascurabile. Tale situazione paradossale ha spesso fuorviato molti esperti, rendendone confuse le conclusioni. Questa difficoltà si attenua se si prendono in considerazione due aspetti indipendenti della corrosione: la corrosione assoluta e la corrosione relativa.

I fenomeni di corrosione sono legati alla corrosione relativa o alla corrosione assoluta, oppure a entrambe contemporaneamente.

- La corrosione assoluta può essere definita osservando il risultato di prove di laboratorio (perdita di peso dei provini, profondità degli alveoli), se si considera un'acqua rispetto a un determinato metallo.

Si tratta di un concetto teorico per il quale le indagini possono limitarsi a un'analisi dell'acqua.

Per arginare questo rischio, è pertanto indispensabile compiere una scelta oculata del materiale.

- La corrosione relativa è invece la conseguenza delle condizioni di circolazione dell'acqua nelle condutture.

All'interno di una rete, l'acqua in pressione è sottoposta a sollecitazioni fisiche di notevole entità: compressione, decompressione, velocità eccessive dovute al diametro troppo ridotto delle condutture oppure velocità insufficienti che facilitano i depositi, gomiti a 90° con scarso raggio di curvatura, eterogeneità delle condutture in acciaio zincato (rame, raccordi neri assemblati con tubi in acciaio zincato, esecuzione di una saldatura autogena anziché di una saldobrasatura per l'assemblaggio dei tubi in acciaio zincato).

Per limitare gli inconvenienti dovuti alla corrosione relativa, è pertanto necessario prendere in esame, oltre alla natura dei materiali, il dimensionamento degli impianti (velocità, pressione, temperatura ecc.) e le condizioni di messa in opera delle canalizzazioni in pressione.

3 Adeguatezza delle canalizzazioni alla natura dell'acqua

I materiali solitamente utilizzati per le tubazioni dell'acqua fredda e dell'acqua calda sono:

- l'acciaio zincato per le condutture principali e colonne montanti;
- il rame per le distribuzioni interne (negli edifici), a parte in alcune zone in cui il rame viene generalmente utilizzato sia per le condutture principali che per le distribuzioni interne;
- i materiali di sintesi comparsi negli ultimi anni nelle distribuzioni interne agli edifici, ossia il polietilene reticolato (PER), il polibutene (PB) e il polipropilene (PP).

Il PVC di grado alimentare è scarsamente utilizzato e interessa esclusivamente l'acqua fredda (si osserva infatti che, per vari motivi, gli installatori preferiscono utilizzare un solo tipo di materiale sia per l'acqua fredda che per l'acqua calda).

In funzione dei testi regolamentari e normativi, è pertanto necessario scegliere materiali di grado alimentare che resistano, per quanto possibile, alla corrosione senza trattamenti complementari.

Trattamento complementare interno anticorrosione

Un trattamento anticorrosione è ammissibile soltanto nell'ipotesi secondo cui non sia possibile adeguare la natura delle condutture a quella dell'acqua. A tale proposito, devono essere presi in considerazione due diversi casi in funzione del fluido trasportato.

L'acqua fredda

Le reti interne possono essere provviste di un sistema di trattamento complementare della qualità dell'acqua. In caso di impianti centralizzati, il trattamento complementare può interessare soltanto una parte dell'acqua erogata, in modo tale che il consumatore finale possa disporre anche di acqua fredda non sottoposta a tale trattamento.

L'acqua calda

Un trattamento è ammissibile soltanto se il processo è stato oggetto di una qualificazione specifica.

Utilizzo dei tubi in acciaio zincato

I valori delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua trasportata considerata a 20 °C, che prevedono l'obbligo di un trattamento anticorrosione, sono riportati nelle due tabelle seguenti, di cui una relativa all'acqua fredda e l'altra all'acqua calda.

Inoltre, sia per quanto riguarda l'acqua fredda che per quella calda, l'impianto in acciaio zincato non dovrebbe essere realizzato se a monte sono installati elementi in rame o in metallo rameoso.

Caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua trasportata a 20 °C per le quali è opportuno installare un trattamento

Acqua fredda		
– Resistività	< 1.500	Ω cm
– Resistività	> 4.500	Ω cm
– Titolo alcalimetrico completo (TAC) al metilarancio	< 1,6	meq/l (8°f)
– Ossigeno disciolto	< 4	mg/l
– CO ₂ libera	> 30	mg/l
– CO ₂ aggressiva	> 5	mg/l
– Calcio (in Ca ⁺⁺)	< 1,6	meq/l (8°f)
– Solfati (in SO ₄ ⁻)	> 3,12	meq/l (150 mg/l)
– Cloruri (in Cl ⁻)	> 2,82	meq/l (100 mg/l)

Acqua calda		
– Resistività	< 2.200	Ω cm
– Resistività	> 4.500	Ω cm
– Titolo alcalimetrico completo (TAC) al metilarancio	< 1,6	meq/l (8°f)
– CO ₂ libera	> 15	mg/l
– Calcio (in Ca ⁺⁺)	< 1,6	meq/l (8°f)
– Solfati (in SO ₄ ⁻)	> 2	meq/l (96 mg/l)
– Cloruri (in Cl ⁻)	> 2	meq/l (71 mg/l)
– Solfati e cloruri	> 3	meq/l

Documenti e informazioni che il committente dovrebbe fornire all'impresa

Affinché l'impresa possa stilare una proposta congrua, il fascicolo della gara d'appalto fornito dal committente dovrebbe contenere i documenti e le informazioni indicati di seguito:

- un'analisi dell'acqua distribuita;
- la natura delle canalizzazioni posate a monte dell'impianto progettato.

- **Primo documento: analisi dell'acqua.**
L'analisi dell'acqua che alimenterà l'edificio deve essere effettuata su un prelievo eseguito nei tre mesi precedenti la richiesta di offerta.
Questa analisi deve essere integrata da informazioni ottenibili presso il gestore della rete di distribuzione dell'acqua, relative alle probabili variazioni dei valori delle principali caratteristiche dell'acqua.
- **Secondo documento: natura delle canalizzazioni posate a monte dell'impianto.**
Questo documento deve segnalare l'eventuale presenza di canalizzazioni in rame o in metallo rameoso a monte dell'impianto progettato.

Utilizzo dei tubi in rame

Scelta dello stato di consegna dei tubi in funzione della modalità di posa

- **Tubi in rame incrudito.**
Per motivi estetici, i tubi in rame posati in elevazione sono incruditi (vale a dire forniti in barre diritte). Per tale motivo, non necessitano di operazioni di "raddrizzamento", in quanto escono dallo stabilimento di produzione "pronti all'uso".
- **Tubi in rame ricotto.**
Per motivi di semplicità di posa e, in particolar modo, di piegatura, i tubi in rame ricotto (forniti in bobine) vengono generalmente utilizzati per essere integrati nelle opere murarie in cui l'aspetto estetico è secondario, nonché in elevazione nei locali in cui tale aspetto non ha importanza.

Scelta in funzione dei rischi di corrosione interna ai tubi

Grazie alle caratteristiche vantaggiose del rame, l'utilizzo di questo materiale in campo idraulico si è molto diffuso. I casi di corrosione sono irrilevanti. Nei casi segnalati, la forma di corrosione più conosciuta, la cui comparsa è del tutto casuale, è quella detta di "pitting n. 1", una corrosione perforante puntiforme che compare sul rame ricotto utilizzato con acqua fredda mediamente mineralizzata (resistività < 2.000 Ohm/cm a 20°C).

Utilizzo dei tubi in rame ricotto			
Tubi in rame ricotto normalizzati	Acqua fredda		Acqua calda
	Tubo integrato nelle opere murarie	Tubo in elevazione	Tubo integrato o non integrato
Con percentuale di carbonio: < 0,20 mg/dm ² :			
– acqua > 2.200 Ω cm	•	•	•
– acqua < 2.200 Ω cm	No	•	•
< 0,06 mg/dm ² indipendentemente dalla resistività	•	•	•
Per i tubi in rame incrudito o allo stato intermedio, non esistono particolari raccomandazioni, né per l'acqua fredda né per quella calda.			

Posa in opera

In base a quanto illustrato in precedenza è possibile ritenere che, con una percentuale di carbonio di $0,06 \text{ mg/dm}^2$ (si ricorda che nel 1978 esistevano ancora percentuali di carbonio dell'ordine di 1 g), i casi di corrosione dei tubi in rame in presenza di acque con resistività $< 2.200 \text{ Ohm/cm}$ dovrebbero essere molto limitati, se non addirittura scomparsi.

È pertanto possibile ammettere l'utilizzo di tubi in rame ricotto per la circolazione dell'acqua fredda.