



***F. Capelli - V. Boneschi
Centro Inox, Milano***

***Acque potabili, acque reflue e gas:
il ruolo dell'acciaio inossidabile***

***F. Capelli – V. Boneschi
Centro Inox, Milano***

*Memoria per il Congresso
“Condotte per acqua e gas”*

*Organizzato da:
Associazione Idrotecnica Italiana*

*Centro Congressi Hotel Regina Isabella
Lacco Ameno (Isola d'Ischia)
20-21 settembre 2001*

PREMESSA

Scopo di questa memoria è quello di inquadrare il ruolo dell'acciaio inossidabile come materiale al servizio del ciclo integrato dell'acqua potabile. Se ne presenteranno le caratteristiche peculiari per ciò che riguarda le proprietà chimiche, fisiche, meccaniche e di resistenza alla corrosione. Si accennerà, quindi, all'aspetto dell'igienicità e delle cessioni. Saranno presentati alcuni esempi applicativi relativi ai momenti fondamentali del ciclo dell'acqua potabile: captazione, trattamento, trasporto e stoccaggio, distribuzione.

Si passerà poi alle applicazioni nel settore della depurazione delle acque reflue, illustrando un esempio applicativo alla luce del concetto di Life Cycle Cost .

Per concludere in breve si accennerà al settore dei tubi flessibili per il trasporto del gas..

ASPETTI GENERALI

Perché inossidabili?

In effetti il termine non corrisponde alla vera natura di questi metalli; sono, infatti, ossidabilissimi, nel senso che la loro composizione chimica consente un processo di "passivazione" spontanea, che fa in modo che l'ossido formato sotto forma di "film passivo", sottilissimo ed aderente alla superficie, vada a costituire una barriera protettiva per il metallo sottostante. Come detto questo processo è totalmente spontaneo, ma perché possa avvenire necessita di due condizioni fondamentali.

La prima è che l'acciaio abbia una composizione chimica che presenti un tenore di cromo in lega superiore all'11% circa; l'ossido protettivo superficiale è, infatti, principalmente un ossido di cromo, quindi si spiega la necessità di averne a disposizione una certa quantità nella matrice metallica.

La seconda è che il materiale sia in contatto con un ambiente con una sufficiente quantità di ossigeno, ovvero in grado di promuovere quel fenomeno di ossidazione spontanea che rende l'inossidabile resistente agli agenti aggressivi. L'ossigeno è, in un certo senso, la linfa vitale per questo materiale e vedremo infatti che una delle possibili forme di attacco può derivare anche da carenza di ossigeno.

E' importante sottolineare che il meccanismo della passivazione dell'acciaio inossidabile ha un fondamentale connotato di dinamicità; quand'anche il film passivo venisse rimosso, spontaneamente il materiale, reagendo con l'ossigeno dell'ambiente in cui è immerso, ripristina il film protettivo, recuperando così la sua resistenza agli agenti aggressivi.

Il tenore in cromo e l'eventuale presenza in lega di elementi quali nichel, molibdeno ed altri, conferiscono al materiale una maggiore nobiltà. In tal modo abbiamo a disposizione un'ampia gamma di acciai inossidabili adatti alle varie applicazioni, nei più disparati ambienti aggressivi.

Le tipologie

Gli inox si dividono in tre grandi famiglie:

- i martensitici;
- i ferritici;
- gli austenitici.

Gli inossidabili **martensitici** sono leghe al solo cromo (13% circa), contenenti eventualmente piccole quantità di altri elementi, come per esempio il nickel. Sono gli unici della famiglia degli inossidabili che possano prendere tempra, innalzando così le loro caratteristiche meccaniche. Hanno buona lavorabilità per deformazione plastica, nonché discreta truciolabilità. Sono materiali ferromagnetici.

Anche i **ferritici** sono al solo cromo (17% circa), ma non è possibile innalzarne le caratteristiche meccaniche mediante trattamento termico. Sono agevolmente lavorabili per deformazione plastica e per asportazione di truciolo. Buona è la saldabilità. Sono materiali ferromagnetici.

La classe degli **austenitici** è sicuramente la più importante; circa l'80% delle applicazioni che prevedano l'uso di acciaio inox sono coperte dall'impiego di un inox di questa famiglia.

Sono acciai che oltre al cromo (18% circa), vedono come fondamentale elemento in lega il nichel, in tenori attorno all'8% circa. Hanno un'ottima deformabilità e lavorabilità alle macchine utensili; la saldatura può essere eseguita con le tecniche tradizionali. Non sono temprabili, ma per effetto dell'incrudimento incrementano notevolmente le loro caratteristiche tensili e di durezza. Sottolineiamo che delle tre famiglie sono quelli che posseggono la maggiore resistenza alla corrosione; tale resistenza viene poi esaltata nelle qualità legate con il molibdeno. Sono materiali amagnetici, allo stato ricotto.

Esistono poi altre tipologie di acciai inossidabili con specifiche peculiarità. Da citare sono gli **indurenti per precipitazione** e i **duplex**. I primi sono materiali che uniscono alla resistenza alla corrosione, caratteristiche tensili e di durezza superficiale acquisite grazie a trattamenti termici di "invecchiamento", che, sfruttando la presenza in lega di elementi come rame o alluminio, promuovono la formazione di fasi insolubili che influiscono in modo determinante sui parametri precedentemente citati.

I duplex o austeno – ferritici, sono materiali che, in virtù di un apposito bilanciamento degli elementi in lega, il nickel in particolare, presentano a temperatura ambiente una struttura a duplice matrice: austenitica e ferritica. Questi presentano elevati carichi di snervamento e di rottura unitamente a eccellente resistenza alla corrosione, in particolare alla tenso-corrosione.

A titolo informativo, nella tabella 1, riportiamo le caratteristiche degli acciai inossidabili più rappresentativi:

Tabella 1: caratteristiche fisiche e meccaniche dei tipi di acciai inossidabili più rappresentativi. Dati secondo EN 10088 parte 1 e 2.

Designazione materiali EN 10088	1.4301 (AISI 304)	1.4401 (AISI 316)	1.4021 (AISI 420)	1.4016 (AISI 430)
Densità (kg/dm ³)	7,9	8,0	7,7	7,7
Struttura	Austenitica	Austenitica	Martensitica	Ferritica
Coefficiente di conducibilità termica a 20 °C (W/m K)	15	15	30	25
Coefficiente di dilatazione termica medio 20÷100 °C (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	16,0	16,0	10,5	10,0
Carico di rottura (N/mm ²) (*)	540÷750	530÷680	700 max. (**)	450÷600
Carico di snervamento allo 0,2%, min. (N/mm ²) (*)	230	240	(**)	260
Allungamento a rottura (%) min. (*)	45	40	15 (**)	20

(*) Allo stato ricotto. (**) I valori dipendono dal trattamento termico a cui è sottoposto il materiale.

IL SETTORE DELLE ACQUE POTABILI

Gli inox usati nel ciclo dell'acqua

Gli acciai inossidabili che fino ad oggi hanno trovato maggiore impiego nel ciclo dell'acqua sono quelli della serie austenitica al cromo-nichel, in particolare AISI 304 e 304L (EN 1.4301 e 1.4306), o al cromo-nichel-molibdeno, in particolare AISI 316 e 316L (EN 1.4401 e 1.4404), nei formati facilmente reperibili sul mercato. Nella tabella 2, riportiamo la composizione chimica e le principali caratteristiche dei tipi più usati:

Tabella 2: composizione chimica percentuale dei tipi di acciai inossidabili comunemente usati nel ciclo dell'acqua.

Designazione secondo EN 10088	C	Cr	Ni	Mo
1.4301 (AISI 304)	≤ 0,07	17,00 ÷ 19,50	8,00 ÷ 10,50	-
1.4306 (AISI 304L)	≤ 0,030	18,00 ÷ 20,00	10,00 ÷ 12,00	-
1.4401 (AISI 316)	≤ 0,07	16,50 ÷ 18,50	10,00 ÷ 13,00	2,00 ÷ 2,50
1.4404 (AISI 316L)	≤ 0,030	16,50 ÷ 18,50	10,00 ÷ 13,00	2,00 ÷ 2,50

La scelta dell'uno o dell'altro tipo dipende da vari fattori, che sempre devono essere tenuti presente per identificare il giusto tipo di lega in funzione dell'applicazione. I parametri fondamentali sono:

- concentrazione degli aggressive, in particolare di ioni cloro e fluoro;
- temperatura di esercizio;
- velocità del fluido sulle pareti del materiale;
- finitura superficiale;
- collegamento con altri materiali.

Non si dimentichi comunque che altri fattori influiscono sull'innescò di fenomeni corrosivi; ad esempio un'oculata progettazione che elimini possibili pericoli dovuti a depositi aggressivi, sarà una garanzia in più per l'efficienza dell'impianto.

Resistenza alla corrosione

La scelta dell'acciaio inox, in generale, è dettata dalla presenza di ambienti particolarmente aggressivi. Perciò è necessario avere a disposizione un materiale che assicuri durata nel tempo senza, oltretutto, necessità di dover intervenire per opere di manutenzione, come può invece succedere per acciai al carbonio o altre leghe rivestite.

Abbiamo già accennato ad alcuni dei parametri fondamentali per la scelta del giusto tipo di lega; in generale potremo riassumere con un semplice schema quali siano i fattori determinanti per l'innescò di un fenomeno corrosivo:

per il materiale:

- composizione chimica
- struttura
- disegno del particolare
- modalità di messa in opera

per l'agente aggressivo:

- composizione chimica
- concentrazione
- temperatura
- velocità relativa rispetto al materiale

Quando la scelta ricade sull'inox, si rende necessario specificare quale tipo utilizzare; a questo punto i fattori determinanti divengono, prevalentemente, concentrazione dell'agente aggressivo (in particolare ioni cloro e ioni fluoro) e temperatura.

Come già accennato, gli inossidabili della serie austenitica, conosciuta come serie 300, offrono il miglior comportamento nei confronti dei fenomeni corrosivi; in particolare quelli legati al cromo-nichel-molibdeno, in virtù di un film passivo estremamente resistente.

Al fine di minimizzare i fenomeni di innescò della corrosione sull'inox, è bene seguire anche delle precauzioni in fase di lavorazione e messa in opera.

Prima di tutto è da evitare qualsiasi forma di contaminazione, per esempio ferrosa, che potrebbe verificarsi durante lo stoccaggio o per effetto di lavorazioni con utensili precedentemente usati su acciaio al carbonio. Un inox inquinato è certamente più suscettibile a inneschi corrosivi.

Le giunzioni saldate con materiale d'apporto devono essere eseguite con elettrodo compatibile con il metallo di base, mentre le unioni meccaniche devono prevedere che i materiali costituenti l'organo di collegamento, ad esempio i bulloni, siano anch'essi in inox o di pari nobiltà (es. monel). Si eviteranno in tal modo spiacevoli fenomeni di corrosione dovuta ad accoppiamento galvanico.

La decontaminazione delle superfici può avvenire con prodotti decapanti e passivanti opportunamente calibrati e utilizzati; per la pulizia potranno essere impiegati detergenti non a base clorata. In generale l'acqua e sapone o l'acqua addizionata con soda costituiranno degli ottimi prodotti per la pulizia dell'inox. Anche il vapore sarà un ottimo sanificante, sempre controllando la composizione dell'acqua di partenza.

Igienicità, cessioni, decreti e norme

L'igienicità di un materiale, in generale, può essere definita come la combinazione di una serie di aspetti che sono così riassumibili:

1. Resistenza alla corrosione, a sua volta estrinsecata in:
 - inerzia nei confronti delle sostanze con cui il materiale viene in contatto, così da evitare cessioni di suoi elementi costituenti che alterino le propretà organolettiche o tossicologiche;
 - resistenza all'azione di detergenti, solventi, sanificanti, disinfettanti, così da permettere azioni atte a rimuovere anche le più piccole tracce di depositi, sporcizia e inquinamento batterico;
2. assenza di un qualunque rivestimento protettivo che, quando si scheggia, si usura, si fessura o comunque si deteriora, crea discontinuità superficiali che si trasformano in ricettacoli di germi e sporcizia; tali discontinuità possono divenire sede di innesco di fenomeni corrosivi o portare allo scoperto un materiale di base che potrebbe essere tossico;
3. superficie compatta priva di porosità: la superficie non deve assorbire particelle di qualsiasi provenienza, che successivamente alterino il prodotto con cui vengono in contatto;
4. elevata resistenza agli urti e alle sollecitazioni meccaniche in genere: sbeccature e cricche diventerebbero terreni fertili per i germi;
5. resistenza agli shock termici: durante il ciclo di utilizzo gli sbalzi di temperatura non devono creare rotture o cricche per i motivi già citati;
6. elevata rimovibilità batterica: nei cicli di pulitura e sanificazione attrezzature e impianti, le cui superfici vengono regolarmente contaminate da colonie di batteri, devono poter ripristinare in toto le loro qualità originarie. La rimovibilità batterica deve anche essere assicurata per tutto il ciclo di vita;

7. bassa ritentività batterica: rimuovere i batteri è possibile, ma se già trovano vita dura nel formarsi vengono migliorate le condizioni di esercizio.

Gli acciai inossidabili in tutte le loro tipologie, in modo variamente coordinato, offrono un'ottima risposta a tutte queste richieste; ad esempio si osservi in figura 1 l'andamento della ritentività batterica in funzione del numero di lavaggi per superfici usate di vari tipi di materiale.

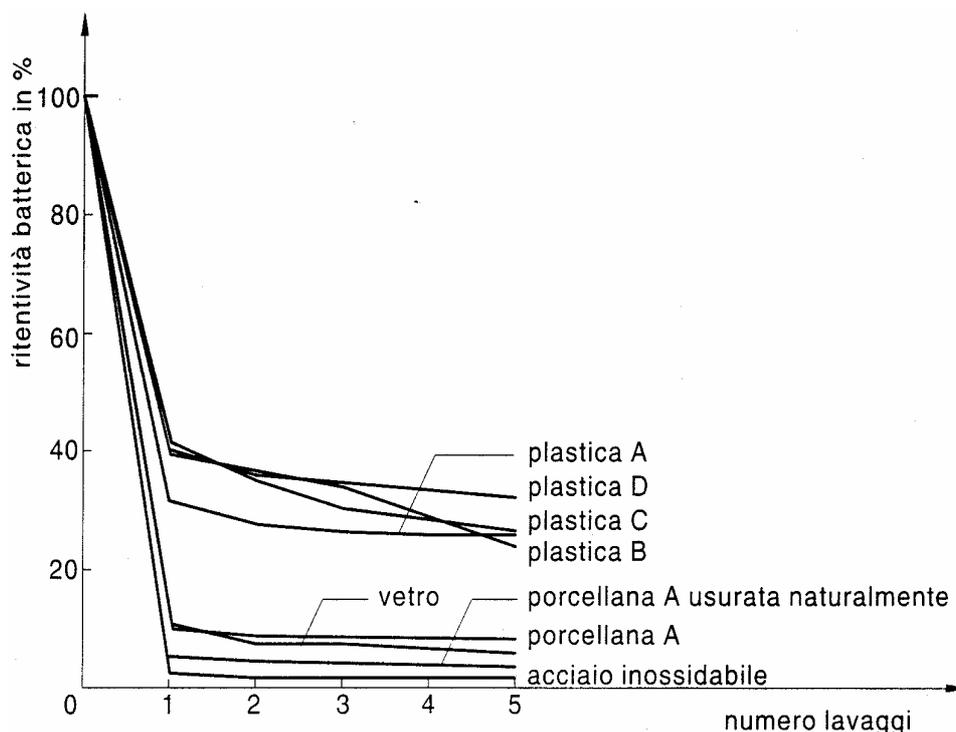


Figura 1: andamento del coefficiente percentuale di ritentività del *Micrococcus aureus* su superfici usate di diversi materiali in funzione di una serie di lavaggi con detergenti e con risciacquo a circa 70 °C.

A conferma di questo fatto ricordiamo che esiste una lista positiva degli acciai inossidabili contenuta nel Decreto del 21 Marzo 1973 che fissa la "Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili destinati a venire in contatto con le sostanze di uso alimentare o con le sostanze di uso personale". Tale lista annovera, con i relativi aggiornamenti, una trentina di acciai inossidabili, tra cui i più impiegati sono certamente l'AISI 304 e 316 (EN 1.4301 e 1.4401).

Lo stesso decreto riporta all'art. 37 i limiti di migrazione specifica per gli oggetti di acciaio inossidabile destinati al contatto prolungato o breve con sostanze alimentari. Tali limiti sono fissati sulla base di prove convenzionali e comunque sono ben superiori ai valori effettivi che si riscontrano nella pratica; ciò che importa è, giustamente, la tutela del consumatore.

Il Decreto legislativo n° 108 del 17 Febbraio 1992 ha ribadito l'idoneità dell'inox a venire in contatto con sostanze alimentari; tale decreto è stato emanato in attuazione delle direttive CEE, atte ad uniformare le legislazioni specifiche degli stati membri.

Sempre da un punto di vista legislativo, ricordiamo che sia a livello nazionale che europeo sono in corso i lavori per la stesura di documenti relativi ai materiali in contatto con l'acqua destinata al consumo umano.

Per ciò che riguarda il documento nazionale, gli acciai inossidabili compariranno facendo riferimento alla lista positiva contenuta nel sopraccitato D.M. 21/3/73, mentre per ciò che riguarda il documento europeo sono in fase di definizione i vari punti toccati e le modalità di stesura dello stesso.

Si segnala comunque che da test di cessione, commissionati dalla Comunità Europea ad alcuni laboratori nazionali, sono emersi risultati estremamente confortanti per l'acciaio inossidabile.

Inoltre si deve ricordare che è in fase di progetto una norma europea dedicata alle tubazioni ed ai raccordi per il trasporto di liquidi acquosi compresa l'acqua destinata al consumo umano (prEN 10312 "Stainless steel tubes and fittings for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption").

Infine è da citare la norma ANSI/NSF 61 "Drinking Water System Components - Health Effect, vigente negli Stati Uniti già da tempo, in cui l'acciaio trova ampio spazio quale materiale idoneo al contatto con l'acqua potabile.

ESEMPI APPLICATIVI

E' d'obbligo riportare specifici esempi applicativi per i momenti fondamentali del ciclo integrato dell'acqua: captazione, trattamento, trasporto e stoccaggio, distribuzione.

Captazione

Il primo momento del ciclo dell'acqua è la captazione: nei sistemi di pompaggio l'acciaio inox viene sovente impiegato sia per il corpo pompa vero e proprio, che nei sistemi di convogliamento alla successiva fase di trattamento (Figura 2).

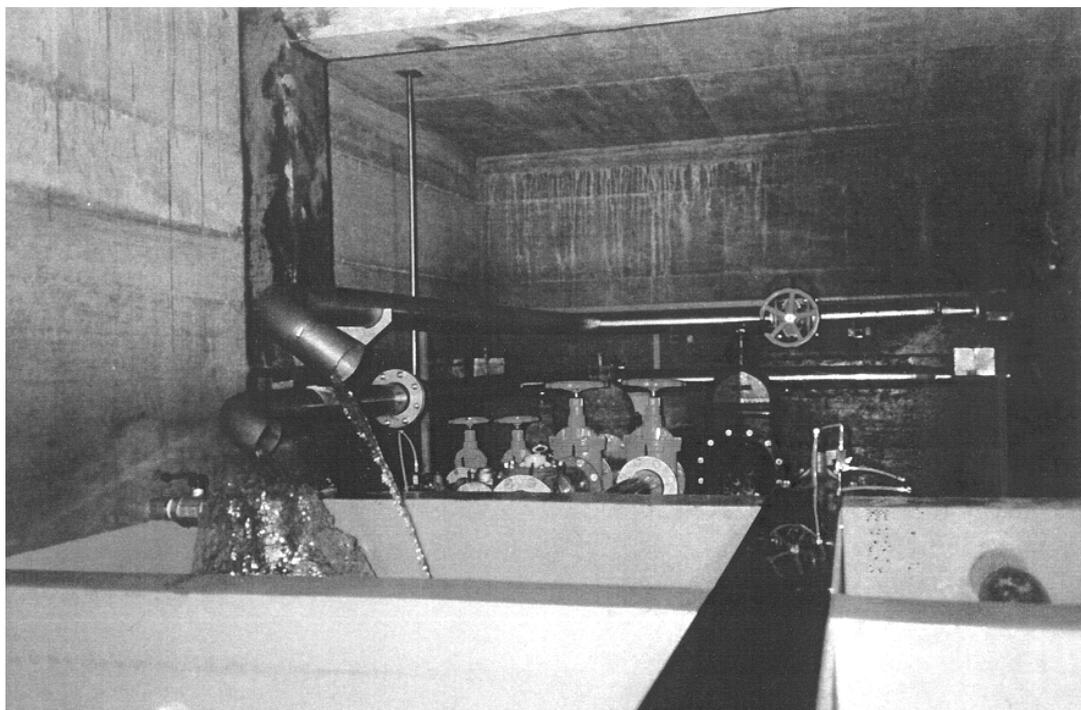


Figura 2: tubazioni e valvole di un impianto di captazione dell'acqua a Bolzano.

Trattamento: filtri inox per l'acquedotto di Ferrara.

Si tratta di un grosso impianto di depurazione dell'acqua per l'acquedotto della città di Ferrara, posto esattamente sul fiume Po; l'acqua viene prelevata direttamente dal fiume per poi essere fatta passare attraverso una serie di 24 filtri (Figure 3 e 4), funzionanti a letto di carboni attivi.

In questo modo è possibile eliminare dall'acqua una serie di sostanze inquinanti tra cui:

- erbicidi, fungicidi e pesticidi provenienti dalle aziende agricole;
- idrocarburi, derivanti da lavorazioni industriali;

- fenoli, derivanti da applicazioni civili ed industriali.

L'impianto consente di trattare circa 1300 [l/s] di acqua derivante da un fiume che riceve dosi massicce di ogni tipo di scarico industriale, civile ed agricolo.

I filtri, realizzati in acciaio inox del tipo AISI 316L (EN 1.4404), hanno diametro di circa 4 [m] e altezza di 6,5 [m].

Sono ricavati da lamiera di spessore 6 mm., saldata longitudinalmente per creare le virole, chiuse superiormente ed inferiormente da fondi bombati dello spessore di 10 [mm].

Gli spessori elevati trovano giustificazione nel fatto che si dovrà lavorare con vapori surriscaldati in pressione per rigenerare i carboni attivi.

Anche gli accessori come le valvole, le raccorderie ecc. sono in acciaio inossidabile.

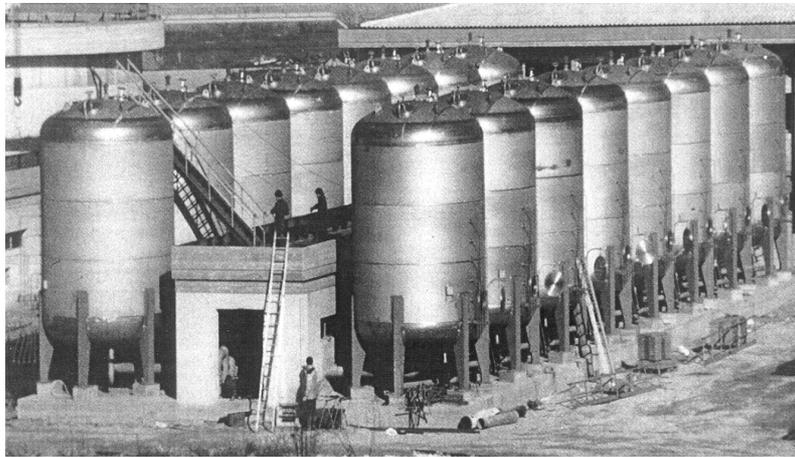


Figura 3: filtri per il trattamento delle acque prelevate dal Po.

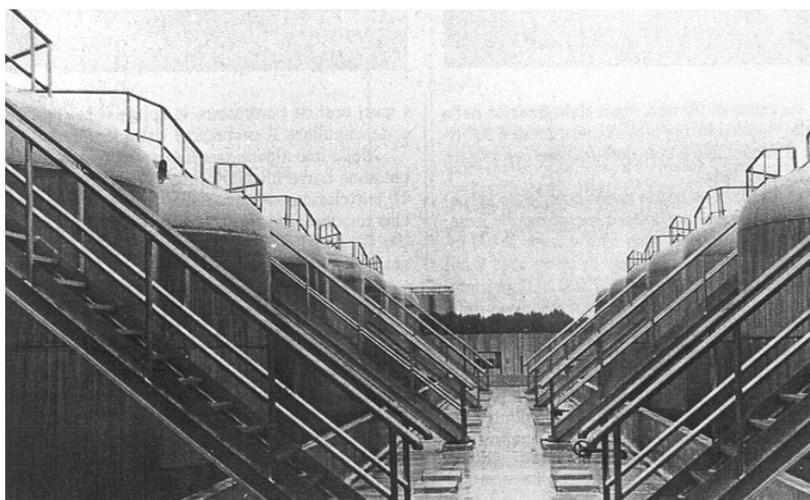


Figura 4: dettaglio dei filtri dell'impianto idrico di Ferrara.

Trasporto: intubamento di vecchie condotte nella rete di Torino.

Questo esempio permette di sottolineare un altro aspetto significativo nell'impiego di acciaio inox: il recupero di impianti già esistenti.

L'Azienda Acque Metropolitane Torino S.p.A., nell'ambito di un vasto piano di rinnovamento della rete idrica, ha pensato di intubare le vecchie condotte, sfruttandole come cunicolo per le nuove, utilizzando le camerette e gli accessori delle condotte per le operazioni di messa in opera (Figure 5 e 6).

I tubi scelti sono del tipo AISI 304 (EN 1.4301), con diametro di 550 [mm], spessore 2,5 [mm] e lunghezza 1500 [mm] per ogni spezzone. Su ogni spezzone sono state ricavate delle bordature profonde 4 [mm] per assecondare eventuali deformazioni in fase di inserimento.

La saldatura longitudinale e di testa del tubo è stata realizzata con tecnica TIG con apporto di materiale; in particolare ai fornitori dei tubi è stata richiesta la certificazione per le saldature, la costruzione di apposite dime per il controllo dimensionale e la garanzia di resistenza a pressioni di 16 bar. La protezione a rovescio del cordone di saldatura è stata garantita mediante insufflaggio di argon mediante appositi forellini.

Man mano che gli spezzoni venivano saldati, un pistone eseguiva la spinta per una lunghezza di 1500 [mm]. Il treno più lungo di tubi saldati ha raggiunto i 750 [m]..

Si è potuto così adempiere al piano di rinnovamento andando anche a contenere i costi, inferiori a quelli di una posa tradizionale, nonché i disagi alla circolazione stradale in virtù di un ridottissimo cantiere.

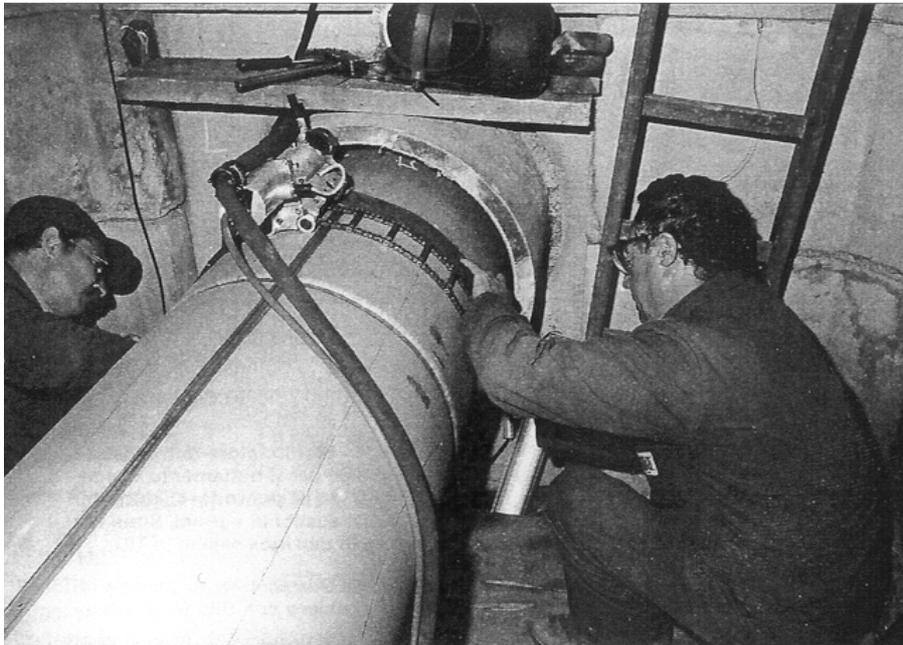


Figura 5: operazioni di saldatura degli spezzoni di tubo nell'acquedotto di Torino.



Figura 6: momenti dell'intubamento delle vecchie condotte dell'acquedotto di Torino.

Distribuzione: impianto per l'acqua calda in un edificio in Spagna.

In località Santa Eugenia (Girona - Spagna), in un istituto scolastico, l'impianto di distribuzione di acqua calda è stato completamente realizzato con tubazioni in AISI 304 (EN 1.4301); si sono così garantite ottime prestazioni dal punto di vista dell'efficienza termica, nonché della durata nel tempo (Figure 7 e 8).

Anche nel nostro paese sono ormai numerosi gli esempi di impiego di tubazioni di acciaio inossidabile all'interno degli edifici, specialmente industriali quali macelli e del settore alimentare in genere nonché dell'industria farmaceutica.

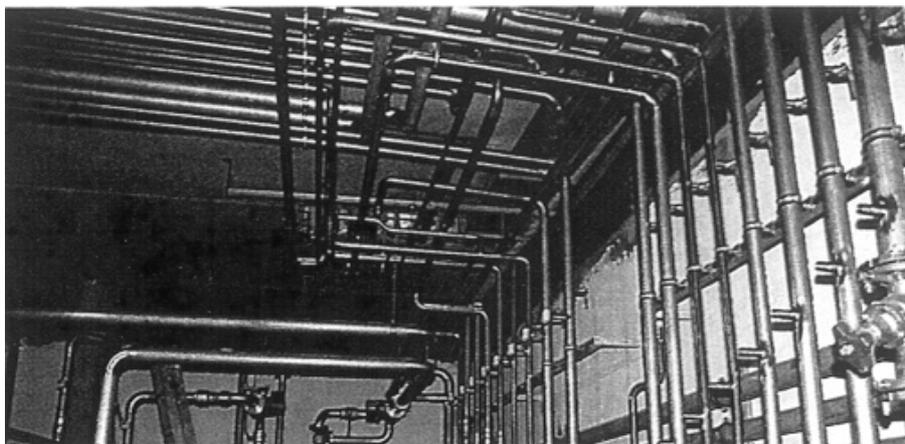


Figura 7: tubature inox per la distribuzione dell'acqua all'interno della scuola.

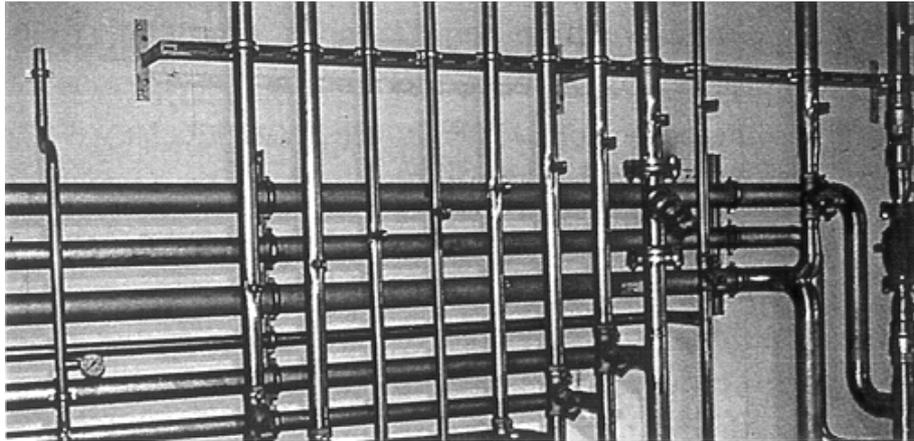


Figura 8: dettaglio delle tubature di distribuzione dell'acqua.

La rubinetteria.

Mentre è ormai da tempo diffuso l'impiego di acciaio inossidabile per la rubinetteria industriale, è bene ricordare che l'inossidabile ha fatto la sua comparsa anche per la produzione di quella domestica, sia per il bagno che per la cucina (Figura 9). Visitando le fiere del settore è ormai possibile trovare più di un'azienda che affianca rubinetti inox a quelli realizzati con i materiali tradizionali. E' così possibile far sposare le esigenze di design con quelle derivanti dalle norme vigenti.

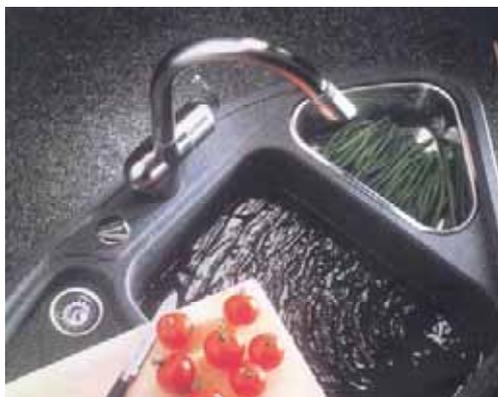


Figura 9: un esempio di rubinetto da cucina in acciaio inox.

IL SETTORE DELLE ACQUE REFLUE

Aspetti generali

L'impiego di acciaio inossidabile negli impianti di depurazione delle acque reflue è sempre in crescita. In varie parti del mondo l'esperienza ha condotto a considerare l'inossidabile come uno dei materiali più idonei a questo tipo di applicazione, in virtù delle sue caratteristiche di resistenza alla corrosione nonché di agevole trasformazione ed installazione. In America dal 1960 sono stati costruiti circa 1600 impianti di depurazione di acque reflue in cui l'inossidabile ha trovato applicazione in molte parti (sistemi di aerazione, tubazioni di ricircolo dei biogas e di trasferimento fanghi, saracinesche, valvole, griglie, corrimano, ecc..)

I tipi di acciaio inossidabile generalmente impiegati sono l'AISI 304 (EN 1.4301) e l'AISI 316 (EN 1.4401) eventualmente nelle versioni a basso carbonio (304L, 316L). Solo in condizioni estreme (es. elevati tenori di cloruri) si ricorre a leghe più nobili come gli acciai inossidabili duplex (es. 2205 – EN1.4462) o i superaustenitici con elevati tenori di Molibdeno (6%). La scelta del giusto tipo è condizionata da vari fattori, primo fra tutti il tenore di cloruri presenti nell'acqua; non si devono comunque dimenticare le condizioni di velocità del fluido, le lavorazioni di messa in opera, la presenza di depositi ecc.

L'importanza dell'acciaio inossidabile si rivela anche da un punto di vista economico: i minimi costi di manutenzione consentono risparmi notevoli nell'arco di vita utile dell'impianto. Questo aspetto è tanto più importante se si ricorda che la così detta "Legge Merloni" (legge quadro in materia di lavori pubblici N.109 11 febbraio 1994) pone l'accento anche sulle esigenze di gestione e manutenzione oltre che sui criteri dell'intera progettazione.

Un esempio di LCC (Life Cycle Cost)

Al fine di evidenziare il concetto di "Costo del Ciclo di Vita". Il NiDI (Nickel Development Institute) ha eseguito un calcolo comparato che ha consentito di quantificare, per alcune parti dell'impianto di Cnegrate (fig. 10) realizzate in acciaio al carbonio verniciato o zincato, le differenze dalla soluzione in acciaio inossidabile.



Figura 10: l'impianto di depurazione di Cnegrate.

I parametri fondamentali per il calcolo e i risultati sono riassunti nelle tabelle di seguito:

PARAMETRI PER IL CALCOLO

Anno zero	1993
Unità monetaria	Milioni di Lire
Costo capitale	10,00 %
Tasso inflazione	5,00 %
Tasso risultante	4,76 %
Ciclo di vita impianto	30 anni
Peso "inox/acciaio C"	0,9
Intervallo tra le manutenzioni	5 anni
Numero totale manutenzioni	5
Costo di ogni manutenzione	Acciaio al C 260,64 AISI 304 16,64 AISI 316 16,64
Tempi morti di ogni manutenzione	0
Perdita produzione	0

RISULTATI

Componente	Costi iniziali (anno 0)			Costi finali (anno 30)		
	Acc. C	304	316	Acc. C	304	316
4 griglie meccaniche	32	36	40	64	48	52
3 carro ponte va e vieni	54	69	75	102	78	84
3 carro ponte va e vieni	132	168	177	243	174	183
3 carro ponte va e vieni	339	453	486	606	462	495
1 carro ponte rotante	61	78	81	108	80	83
2km di corrimano + parapiede	220	300	340	391	296	335
COSTI TOTALI	838	1104	1199	1514	1138	1232

IL TRASPORTO DEL GAS

In qualsiasi connessione per fluidi (es. gas) dove non possa essere impiegato un tubo metallico rigido per problemi di movimenti, vibrazioni, dilatazioni termiche, difficoltà di accoppiamento e disaccoppiamento, vengono impiegati tubi metallici flessibili o compensatori di dilatazione, realizzati interamente in acciaio inossidabile austenitico.

Il loro impiego determina qualche volta un maggior costo del prodotto iniziale che viene rapidamente recuperato dai risparmi ottenuti nel montaggio e nella durata del prodotto installato.

Grazie all'acciaio inossidabile infatti, la vita attesa in esercizio è tale da ridurre, o in taluni casi annullare, l'esigenza di fermate dell'impianto per sostituzioni. Fermate che, nella maggioranza dei casi, hanno un costo di gran lunga superiore al valore del prodotto che viene sostituito.

In una strategia di riduzione dei costi d'installazione e manutenzione di un impianto, l'impiego di questi prodotti è fondamentale.

La creazione di norme specifiche ha contribuito a migliorare la qualità dei prodotti fabbricati in Europa ed ha permesso alle società di Engineering e agli utilizzatori di conoscere meglio le prestazioni di questi prodotti.

In particolare con l'avvento del CEN i lavori per la creazione di norme europee specifiche sono stati affidati all'ECISS/TC 29/SC 13. In questi anni sono state redatte anche norme in collaborazione con l'ISO e quindi ISO EN.

Successivamente all'entrata in vigore delle Direttive Europee quali la PED (Pressure Equipment Directive), CPD (Construction Product Directive), IPMA (Industrial Piping Metallic Above ground), UPV (Unfired Pressure Vessel), il comitato ha ricevuto mandato dal CEN di rivedere tutte le norme scritte fino a quel momento per armonizzarle, quando necessario, alle Direttive stesse.

Questo è il lavoro che il Sottocomitato Tecnico sta svolgendo. Esso sarà seguito dalla redazione di norme per impieghi specifici, su richiesta degli utilizzatori.

Di seguito riportiamo un elenco di norme già vigenti e un elenco di norme in fase di preparazione.

NORME VIGENTI

RIF. NORMA	TITOLO	Enquiry procedure
ISO 7369 : 1995	Manichette – Tubi metallici flessibili – Vocabolario dei termini generali	(ISO/CEN) ISO/CD 7369: 2000
ISO 10807 : 1994	Manichette – Tubi metallici flessibili corrugati per la protezione di cavi elettrici negli impieghi antideflagranti	EN ISO 10807 : 1996
ISO 10806 : 1994	Raccordi di acciaio non legato e acciaio inossidabile per tubazioni metalliche flessibili ondulate	(ISO/CEN) ISO/DIS 10806 : 1999
ISO 10380 : 1994	Tubazioni e tubi metallici flessibili ondulati	(ISO/CEN) ISO/DIS 10380 : 2000
UNI 9891 : 1998	Tubi flessibili di acciaio inossidabile a parete continua per allacciamento di apparecchi a gas per uso domestico e similare	
ISO/DIS 15348.2 : 1997	Compensatori metallici di dilatazione a soffiotti ondulati	
ISO/7657 : 1995 ISO 7658 : 1984 ISO 8444 : 1985 ISO 8445 : 1995 ISO 8446 : 1995 ISO 8447 : 1986 ISO 8448 : 1986 ISO 8449 : 1995 ISO 8450 : 1986	Tubazioni e tubi metallici flessibili aggraffati	ISO/CD 15465 : 2001

NORME IN FASE DI PREPARAZIONE

RIF. NORMA	TITOLO	COMMITTEE
Draft	Tubi metallici flessibili muniti di raccordi per impieghi in pressione	ECISS/TC 29/SC13/WG1
Draft	Soffietti metallici e compensatori di dilatazione per impieghi in pressione	ECISS/TC 29/SC13/WG2
Pr/EN	Tubazioni metalliche flessibili di sicurezza per la connessione di apparecchi domestici utilizzanti combustibili gassosi	CEN/TC 236/WG2/SG1
WI 00236004	Valvole di connessione di sicurezza del gas per l'uso con tubazioni metalliche flessibili in apparecchi domestici utilizzanti combustibili gassosi	CEN/TC 236/WG1

BIBLIOGRAFIA

F. Capelli -V. Boneschi *“Uso degli acciai inossidabili nel settore delle acque potabili: resistenza alla corrosione, igienicità, prove di cessione, esempi applicativi”*. Memoria presentata al convegno *“Gli acciai inossidabili nel trattamento”* nell’ambito della manifestazione H2O 2000, Ferrara, maggio 2000

L. Fassina - C. A. Powll *“L’acciaio inossidabile negli impianti di depurazione acque reflue in Italia e all’estero. Il “life Cycle Cost” premessa ai capitolati d’appalto”*. Memoria presentata al seminario *“Il contributo dell’acciaio inossidabile per le aziende di servizio al territorio”* organizzato da Centro Inox e Cermet, Cadriano di Granarolo 14 giugno 2001

C. Quaranta *“Il ruolo dell’acciaio inossidabile nella distribuzione del gas. Normative italiane ed Europee”*. Memoria presentata al seminario *“Il contributo dell’acciaio inossidabile per le aziende di servizio al territorio”* organizzato da Centro Inox e Cermet, Cadriano di Granarolo 14 giugno 2001