

RUOLO DEGLI ACCIAI INOSSIDABILI NEGLI IMPIANTI PER ACQUE POTABILI

Dr. Ing. Fausto CAPELLI
Direttore CENTRO INOX, Milano

Memoria presentata alle giornate di studio "Settimana ambiente Italia", organizzate dal GSISR presso il C.N.R., Milano 2 ÷ 6 marzo 1998.

L'Italia è ormai, da diversi anni, considerata uno dei paesi più avanzati relativamente al consumo ed alla tecnologia degli acciai inossidabili. Basti pensare che, in ambito europeo, il nostro Paese ricopre il primo posto in termini di consumo apparente pro-capite, davanti a Germania, Francia, Inghilterra, ecc.; mentre siamo quarti nel mondo. Un notevole quantitativo di questi materiali è utilizzato nelle applicazioni alimentari, sia per la lavorazione per lo stoccaggio, per il confezionamento e per il trasporto, di tutte le sostanze alimentari.

La ragione principale del successo che queste leghe hanno ottenuto in molti settori industriali ma in particolare in quello alimentare e della distribuzione (catering) è dovuto ad un insieme di caratteristiche coordinate e tra loro correlate che ne fanno dei materiali particolarmente idonei per tali applicazioni, queste caratteristiche possono essere così riassunte:

- resistenza alla corrosione
- inerzia chimica
- alta rimovibilità batterica
- bassa ritentività batterica
- facilità di pulizia, decontaminazione e detersione delle superfici
- durabilità ed assenza di manutenzione

Recentemente, queste leghe, hanno trovato applicazioni specifiche in alcuni settori che fino a qualche tempo fa erano dominati esclusivamente da materiali tradizionali ed in particolare nel campo del trattamento e convogliamento fluidi: sono da citare il settore delle acque minerali e delle acque potabili. Nel primo, oltre al massiccio impiego di acciaio inox negli impianti di stoccaggio di trattamento e di imbottigliamento, ci si è rivolti spesso anche per le tubazioni di adduzione, per i pozzetti di controllo e per i vari accessori a materiali più nobili come gli acciai inossidabili, non solo per le doti di

igienicità di questi materiali, già ampiamente conosciute per le altre parti dell'impianto, quanto piuttosto per aver riconosciuto il componente inox come economicamente vantaggioso nel tempo grazie alla possibilità di contenere moltissimo i costi dovuti alla manutenzione.

Nel secondo settore citato, quello delle acque potabili, anche se meno di "nicchia", si pongono sempre più spesso i problemi di manutenzione a livello impiantistico, sia per la grossa distribuzione da parte delle aziende municipalizzate, sia per la distribuzione all'interno degli edifici.

Scopo della memoria è quello di definire i tipi di acciai inossidabili più idonei all'impiego, valutare i sistemi di giunzione più pratici e affidabili ed infine di presentare alcune tra le più significative applicazioni realizzate finora nel settore "acqua potabile" con gli acciai inossidabili.

Acciai inox utilizzati

Gli acciai che fino adesso hanno trovato maggiore impiego sono quelli della serie austenitica al cromo-nichel o al cromo-nichel-molibdeno di normale produzione che sono fornibili da acciaieria o da centri di servizio commerciale. Le finiture superficiali sono quelle reperibili dal commercio, così come le dimensioni e gli spessori.

Nelle tabelle, qui di seguito riportate, sono individuati tali tipi di materiali con le relative analisi chimiche e le caratteristiche fisico-meccaniche principali.

Acciai inossidabili utilizzati negli impianti per acqua potabile

AISI	EN 10088-2	Composizione chimica %			
		C max	Cr	Ni	Mo
304	1.4301	0,07	17 – 19,5	8 – 10,5	-
304 L	1.4306	0,03	18 – 20	10 – 12	-
316	1.4401	0,07	16,5 – 18,5	10,5 – 13	2 - 2,5
316 L	1.4404	0,03	16,5 - 18,5	10 – 13	2 - 2,5

Principali caratteristiche fisiche e meccaniche degli acciai inossidabili utilizzati negli impianti per acqua potabile

Parametri	AISI 304	AISI 304 L	AISI 316	AISI 316 L
Peso specifico (kg/dm ³)	8,0	8,0	8,0	8,0
Struttura	austenitica	austenitica	austenitica	austenitica
Coefficiente di conducibilità termica (cal/cm °C s)	0,038	0,038	0,038	0,038
Coefficiente di dilatazione termica ($\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	17,3	17,3	16,0	16,0
Carico di rottura (kg/mm ²)	58 ⁽¹⁾ 70 ÷ 120 ⁽²⁾	53 ⁽¹⁾	63 ⁽¹⁾ 70 ÷ 105 ⁽²⁾	55 ⁽¹⁾
Carico di snervamento (kg/mm ²)	29 ⁽¹⁾ 35 ÷ 105 ⁽²⁾	28 ⁽¹⁾ -	28 ⁽¹⁾ 35 ÷ 85 ⁽²⁾	28 ⁽¹⁾ -
Allungamento a rottura (%)	55 ⁽¹⁾	55 ⁽¹⁾	50 ⁽¹⁾	50 ⁽¹⁾
Durezza HRB	70 ÷ 90	70 ÷ 85	70 ÷ 85	70 ÷ 85
Saldabilità	ottima	ottima	ottima	Ottima

(1) allo stato non incrudito

(2) a seconda del grado di incrudimento

Il criterio di scelta che va seguito per l'impiego di un tipo di acciaio inox rispetto ad un altro dipende da vari parametri che devono tenere conto delle condizioni di esercizio delle tubazioni o, in generale, dei componenti progettati.

Gli acciai inox ben si adattano a qualsiasi genere di lavorazione: lavorazione per deformazione plastica, lavorazione per asportazione di truciolo, saldature, ecc.; non esistono pertanto particolari accorgimenti da seguire per i procedimenti tecnologici necessari per ottenere la componentistica necessaria. Risulta invece molto importante scegliere adeguatamente il giusto tipo di lega in funzione dell'applicazione. I parametri che vanno presi in considerazione ai fini di una garanzia nei confronti della resistenza alla corrosione sono essenzialmente i seguenti:

- contenuto di ioni cloro nell'acqua
- temperatura di esercizio
- velocità del liquido sulle pareti del materiale
- finitura superficiale dell'acciaio
- collegamento con altri metalli

Esistono naturalmente altri fattori che possono influire sull'innesco di un fenomeno corrosivo, quelli sopra citati sono comunque i più importanti e quelli ai quali è necessario porre maggiore attenzione in fase di progettazione.

Si può notare da quanto finora esposto come il fenomeno corrosivo sia un fenomeno estremamente complesso e soprattutto molto aleatorio vale a dire che dipende da molti parametri. L'esperienza, sia italiana che straniera (specie inglese e tedesca), insegna che l'acciaio inossidabile al cromo-nichel-molibdeno, del tipo AISI 316, ha dato ottimi risultati soprattutto nell'applicazione in tubi saldati per il convogliamento delle acque potabili con contenuti di ioni cloro anche considerevoli e anche in condizioni di ristagno del fluido. Viceversa, in quei casi nei quali il contenuto di ioni cloro risulta molto limitato, con temperature ambiente e non in condizioni di ristagno (quindi con velocità del liquido di solito sempre superiori a 1 m/s, anche l'AISI 304, vale a dire l'acciaio al solo cromo-nichel, dà risultati soddisfacenti.

Uno degli accorgimenti più importanti che è necessario tenere presente per un risultato ottimale, sia in fase di lavorazione sia in fase di movimentazione e di installazione dei componenti, è quello di evitare il più possibile fenomeni di contaminazione ferrosa, che potrebbero provocare, in fase di esercizio, pericolose premesse per fenomeni corrosivi.

Le esperienze ormai pluridecennali sull'impiego degli acciai inox negli impianti alimentari di qualsiasi tipo (pomodoro, latte, vino, succhi di frutta, birra, acque minerali), hanno confermato che se queste leghe sono scelte in maniera opportuna, lavorate ed installate con i criteri sopra esposti, si possono ottenere risultati ottimali nel tempo, salvaguardando sia le proprietà organolettiche della sostanza, sia evitando costose ed onerose opere di manutenzione e di sostituzione nel tempo.

Le proprietà igieniche degli acciai inossidabili sono tali che essi sono stati inseriti nel Decreto Ministeriale del 21 Marzo 1973 (con i successivi aggiornamenti), nel quale vengono definiti tutti i materiali idonei al contatto con sostanze alimentari o di uso personale. Bisogna ricordare anche che a tale decreto si affianca il decreto legislativo sui materiali in contatto con gli alimenti (25 gennaio 1992, n. 108), pubblicato sulla gazzetta ufficiale del 17 febbraio 1992, emanato in attuazione di direttive CEE per uniformare la legislazione specifica dei paesi membri.

I prodotti siderurgici che normalmente vengono utilizzati per l'impiantistica sono normalmente prodotti piani (lamiere, nastri), laminati a freddo oppure prodotti lunghi (barre e filo), oppure prodotti tubolari saldati o senza saldatura a seconda delle pressioni che il componente deve sopportare. Come già precedentemente accennato, i

prodotti sono normalmente reperibili dal commercio in una vasta gamma dimensionale e nelle normali condizioni fornite da acciaieria, vale a dire essi non necessitano di lavorazioni ulteriori per poter essere lavorati e messi in opera.

Sistemi di giunzione

Relativamente ai sistemi di unione c'è da distinguere se vengono considerati i sistemi di giunzione per la componentistica destinata alle grosse strutture acquedottistiche (grosse condotte, serbatoi di stoccaggio, filtri, ecc.), normalmente gestite dalle aziende municipalizzate oppure se invece si considerano i sistemi di distribuzione all'interno degli edifici siano essi di tipo civile che di tipo industriale.

Nel primo caso le tecnologie più largamente utilizzate e che danno i migliori risultati dal punto vista dell'affidabilità sono le tecniche di saldatura TIG e MIG. Tali tecniche possono essere utilizzate sia in officina sia in cantiere, dato che esistono apparecchiature portatili facilmente impiegabili in ogni tipo di situazione.

Normalmente, per cautelarsi il più possibile da qualsiasi tipo di fenomeno corrosivo in esercizio, se le saldature devono essere effettuate su spessori considerevoli (oltre i 2/3 mm), è consigliabile rivolgersi ad acciai inox del tipo a basso contenuto di carbonio, vale a dire i tipi "L", oppure a quelli stabilizzati con titanio oppure con il niobio. Anche queste tipologie sono facilmente reperibili dal mercato. Dato che le tecniche sopra citate prevedono la protezione con gas inerte dall'esterno, è bene che, in generale, oltre alla protezione esterna si provveda anche a quella sul rovescio, sempre per garantire la massima affidabilità del giunto saldato. Questo è consigliabile anche per le tubazioni che devono trasportare l'acqua potabile, soprattutto se si prevedono dei periodi nei quali l'acqua potrebbe ristagnare.

Nel secondo caso, invece, i sistemi di giunzione che finora hanno trovato più larga diffusione sono i sistemi che non prevedono saldature ma ancoraggi meccanici e tra questi il più usato è senz'altro il sistema "pressfitting".

Il sistema pressfitting con raccordi a pinzare consente di installare in modo veloce e sicuro tubazioni per la distribuzione di acqua potabile in qualsiasi situazione applicativa.

Gli elementi che compongono il sistema di giunzione sono tubi di acciaio inossidabile, normalmente AISI 316, a parete sottile, con speciali raccordi a pinzare dotati alle estremità di camere toroidali con O-Ring di tenuta. Tale insieme di componenti va sempre di più a sostituire i tubi o i raccordi tradizionali nella realizzazione degli impianti idrosanitari.

Il sistema a stringere basa l'efficienza delle giunzioni sulla deformazione controllata del raccordo e del tubo oltre che della sede toroidale dell'O-Ring. Gli spessori che variano in funzione del diametro e del tipo di acciaio, sono stati calcolati al fine di garantire da una parte la resistenza meccanica della struttura costituita dai tubi e dai raccordi che è continuamente soggetta a forze di ogni tipo (peso, pressione, colpi d'ariete), dall'altra l'elasticità delle sezioni che devono deformarsi compiutamente allorché si esegue la pressatura con l'apposita attrezzatura.

Nella realizzazione di un impianto con l'utilizzazione del sistema pressfitting, il tubo viene inserito fino alla battuta interna del raccordo che, a sua volta, viene compresso con l'apposita pinza all'altezza dell' O-Ring. La deformazione permanente così ottenuta garantisce la tenuta meccanica della giunzione, mentre l'O-Ring garantisce la sua ermeticità.

Esistono in commercio attrezzature portatili e facilmente utilizzabili per diametri di tubazioni variabili tra 15 e 54 mm ed anche altre attrezzature che consentono di unire tubazioni con diametri anche oltre i 100 mm .

Il sistema di giunzione qui presentato è attualmente molto diffuso in Germania, mentre in Italia non ha ancora conosciuto larga diffusione soprattutto per gli impianti idrosanitari di acciaio inossidabile, anche se recentemente si sono realizzate alcune applicazioni particolarmente significative.

Attualmente il prodotto ha un prezzo elevato rispetto ad altri sistemi di tipo più tradizionale, giustificato dall'alta qualità dei materiali e dalla tecnologia e questo il più delle volte trae in inganno diversi addetti ai lavori che non valutano in maniera corretta prima di tutto il risparmio sul costo della manodopera, dettato dalla velocità di esecuzione, ed in secondo luogo la pressoché inesistente manutenzione richiesta dal prodotto nell'arco del suo ciclo di vita utile.

In Italia, inoltre, pesa anche una certa carenza legislativa relativamente ai materiali adottabili per la realizzazione di impianti di riscaldamento e sanitari per cui esiste una

concorrenza molto forte da parte di prodotti di mediocre qualità talvolta non accettati da altri paesi all'avanguardia nel settore.

Un esempio applicativo

Abbiamo scelto un esempio, particolarmente significativo, che riteniamo utile proporre per far comprendere come la scelta dell'acciaio inossidabile sia motivata dall'esigenza di trovare un materiale che dia particolari garanzie di tenuta nel tempo.

Esistono, naturalmente, altri numerosi esempi, anche nei settori delle condotte per il convogliamento dell'acqua, nei serbatoi di stoccaggio, nelle torri piezometriche, nei tubi per la distribuzione all'interno delle abitazioni, oltre che in tutta una serie di componenti destinati al trattamento dell'acqua potabile (filtrazione, ozonizzazione, depurazione, ecc.).

Rifacimento dell'acquedotto di Rovereto

Per le esigenze della città di Rovereto, si è reso necessario il rifacimento di un nuovo impianto composto da tre elementi che sono stati integrati nel vecchio acquedotto:

- un secondo grande acquedotto, con trasporto e accumulo combinato in galleria, dalla sorgente alla città;
- una grande condotta a semi-anello, con elevate capacità di trasporto e di equilibrio della pressione;
- un centro di produzione, da falde sotterranee, che alimenta il semi-anello.

L'acciaio inossidabile ha trovato impiego proprio nell'elemento che più contraddistingue il sistema acquedottistico di Rovereto, la galleria di seconda adduzione e di accumulo.

Lo scavo dalla sorgente alla città, attraversa una montagna formata da rocce calcaree e da dolomie ed è stato eseguito, per la lunghezza di oltre 3.000 m, mediante fresa semovente.

Il rivestimento della galleria grezza doveva soddisfare due requisiti essenziali:

1. protezione igienica in caso di possibili entrate d'acqua esterna;

2. impermeabilità assoluta per ripristinare la superficie piezometrica esterna, ad alta pressione.

Rispetto ai sistemi tradizionali, la soluzione adottata dall'Azienda Servizi Municipalizzata, rappresenta un netto perfezionamento, perché non è stato eseguito il getto preliminare di cemento a contatto con la roccia, la lamiera nervata è stata sostituita da una piana e in luogo dell'acciaio al carbonio è stato impiegato acciaio inossidabile del tipo EN 1.4301 (AISI 304). Fogli di 1 x 2 m, con spessore 0,6 mm, hanno rivestito la galleria in sommità, sui fianchi e, successivamente, sul fondo, in corrispondenza dalla canaletta di scolo delle acque di filtrazione, detta rigola.

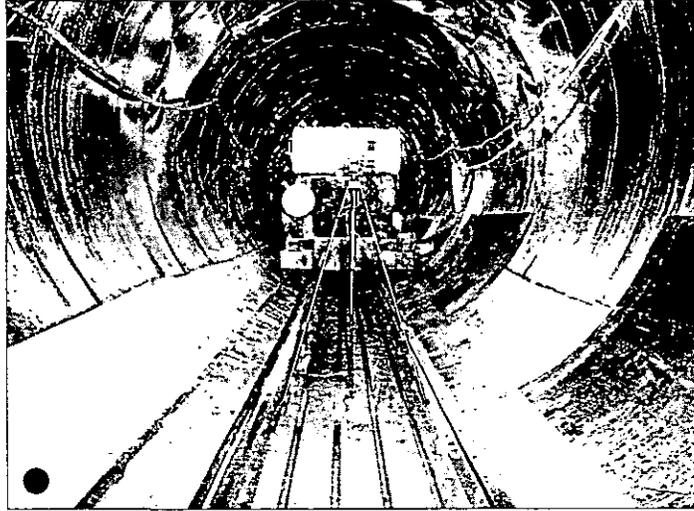
E' seguito il getto del rivestimento, di spessore medio di 45 cm, in calcestruzzo Rbk-300 kg/cm². A maturazione completa, il calcestruzzo è stato forato per eseguire le iniezioni di miscela di cemento ad alta pressione a tergo del lamierino di acciaio inossidabile, onde riempire le intercapedini e comprimerlo contro il rivestimento interno. Sono state impiegate 170 tonnellate di acciaio inossidabile, per un totale di 37.000 m² e con un costo di circa il 18 % del totale della spesa sostenuta per la galleria.

Con questa tecnica e con l'uso di acciaio inox, sono stati sufficienti solamente due anni di lavoro, dal 1988 al 1990, ottenendo una durabilità prevista dell'opera complessiva non inferiore a 100 anni e con le migliori garanzie per preservare l'eccellente composizione chimico-fisica dell'acqua che proviene dalla sorgente Spino.

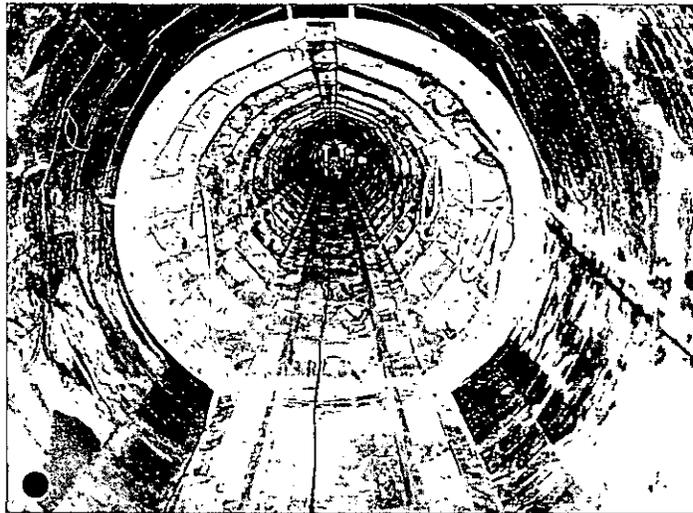
E' in fase di studio anche il restauro della vecchia canaletta di adduzione dalla sorgente di Spino, costruita intorno al 1850 con lastre di pietra. Essa verrà recuperata come linea di adduzione secondaria per la città di Rovereto.

La prima soluzione prevede l'inserimento nella canaletta di un condotto scatolare, saldato in opera in lamiera di acciaio inossidabile; la seconda l'inserimento di un tubo inox, con diametro fra 400 e 450 mm e spessore di 1 mm, reso flessibile mediante adatte imbutiture ogni 400 mm.

Entrambe manterrebbero l'attuale portata della canaletta e potrebbero incrementarla assoggettandola a una debole pressione e assicurerebbero la perfetta igienicità del condotto che, nelle condizioni attuali, è insidiata da possibili inquinamenti e da intrusioni di radici.



Acquedotto di Rovereto. Fase di posa del lamierino di acciaio inossidabile.



Acquedotto di Rovereto. Fase di getto del rivestimento in calcestruzzo.