

**L'acciaio inossidabile nelle opere civili:
ponti, viadotti, strade, autostrade, arredo urbano e spazio pubblico**
Dagli Atti del Convegno dell'Istituto Internazionale di Ricerca
"Sicurezza all'interno di Tunnel e Gallerie" - Prima Parte

IL RUOLO DELL'ACCIAIO INOSSIDABILE PER GARANTIRE LA SICUREZZA DELLE GALLERIE

Fausto Capelli*

Negli ultimi anni l'acciaio inossidabile sta trovando sempre maggiori applicazioni nel settore dell'edilizia e delle infrastrutture. Se si considera, infatti, che l'assorbimento di questo materiale, in termini di prodotti siderurgici (lamiere, nastri, tubi, barre, ecc.), soltanto dieci anni fa risultava pari a circa il 5% del consumo apparente procapite ed ora tale penetrazione la si può tranquillamente ritenere raddoppiata (vale a dire pari al 10% sul totale del consumo) si nota un notevole incremento in tutti i settori applicativi di tale comparto: dall'edilizia pubblica a quella privata, dall'edilizia civile a quella industriale, dalle parti interne degli edifici alle parti esterne. Non solamente edilizia, quindi, ma anche "infrastrutture", intese per tutte quelle opere civili quali ponti, viadotti, strade, autostrade, arredo urbano e spazio pubblico.



L'applicazione di reti elettrosaldate realizzate con barre ad aderenza migliorata in acciaio inossidabile EN 1.4301 (AISI 304) per il ripristino di una delle venticinque gallerie del tratto autostradale Genova-Savona della A10

Le tipologie e le caratteristiche

Gli acciai inossidabili maggiormente considerati in questi settori sono quelli elencati nella Tabella sottostante che raduna alcuni tipi appartenenti alle famiglie degli inossidabili austenitici, ferritici e duplex. Le proprietà riportate sono derivate dalle Norme europee e si riferiscono ai materiali allo stato ricotto.

Va tuttavia tenuto presente che tali valori possono essere innalzati anche di molto con operazioni di deformazione plastica a freddo. Ecco le principali caratteristiche fisiche e meccaniche secondo la EN 10088:

Il notevole aumento di impiego, dovuto alla più spinta considerazione da parte di Architetti, Ingegneri o Progettisti in generale nei confronti dell'acciaio inox, ha fatto sì che questa particolare lega non fosse più concepita solo nella maniera "tradizionale", vale a dire quale materiale nobile che resiste alla corrosione e quindi considerato come "pelle" di rivestimento, laddove la tenuta strutturale risulta demandata ad altri materiali più tradizionali e certamente più noti quali il calcestruzzo, l'acciaio al carbonio, ecc..

Una "nuova" veste con la quale l'acciaio inossidabile viene visto è anche quella di vero e proprio materiale strutturale che, in più, resiste alla corrosione. Queste proprietà, sicuramente particolarmente esaltate in settori come quello dell'edilizia e delle infrastrutture, hanno fatto sì che l'inox entrasse a pieno titolo quale materiale strutturale in alcune Norme, sia a carattere nazionale sia internazionale, nonché in alcune Legislazioni come, ad esempio, nel recentissimo D.M. "Norme tecniche per le costruzioni", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 23 Settembre 2005.

	1.4301 - AISI 304	1.4401 - AISI 316	1.4016 - AISI 430	1.4462 - type 2205
Struttura	Austenitica	Austenitica	Ferritica	Austeno-Ferritica
$R_{p0,2}$ [N/mm ²]* (min.)	190	200	240	450
Carico di rottura R_m [N/mm ²]*	500,700	500,700	400,630	650,880
Modulo di elasticità a 20°C [kN/mm ²]	200	200	220	200
Allungamento % a rottura*	45	40	20	25
Coefficiente di dilatazione termica tra 20 e 100°C	16	16	10	13
Conducibilità termica a 20°C [W/m·K]	15	15	25	15

* Secondo EN 10088-3



Più di 300 t di acciaio inossidabile policromo preverniciato Vernest® sono state installate nella galleria cittadina di Monte Mario, a Roma. Il primer utilizzato è esente da cromo e le vernici di finitura poliesteri hanno pigmenti privi di metalli pesanti: ciò consente l'eliminazione delle sostanze tossiche e l'azzeramento dei fumi pericolosi in caso di incendio



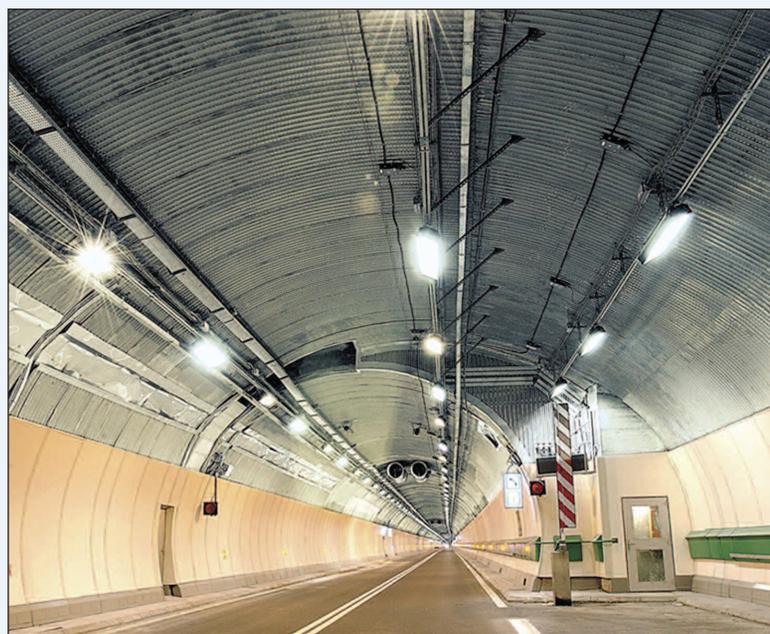
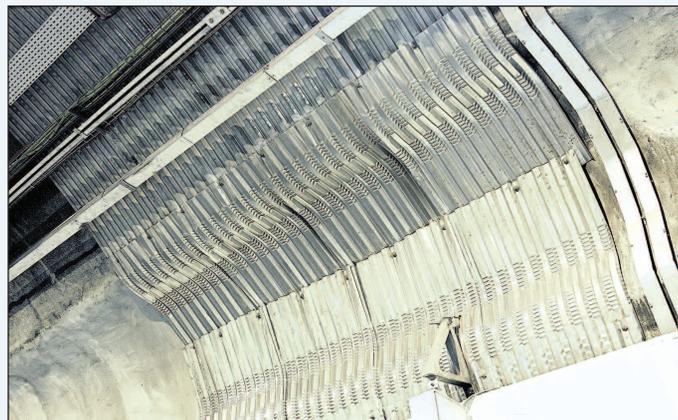
Uno dei ventilatori in acciaio inossidabile EN 1.4404 (AISI 316L) installati nella nuova galleria sulla Gardesana occidentale, tra Limone e Riva del Garda

Naturalmente quelli elencati sono i più rappresentativi e di maggior utilizzo, anche se, per applicazioni di tipo particolare, a volte si utilizzano altri tipi di leghe di diversa formulazione.

Tra le qualità di queste leghe, che vale la pena sottolineare, ci sono in particolare le caratteristiche tensili, vale a dire il carico di rottura e di snervamento che, soprattutto i tipi austenitici, hanno la possibilità di innalzare per mezzo di incrudimenti a freddo. Inoltre, importanti caratteristiche sono la plasticità e la capacità di assorbire energia, in particolare per i tipi austenitici, che consentono di estrinsecare al meglio le loro proprietà antisismiche. Questi materiali sono ormai disponibili in diversi stati di fornitura: lamiere, nastri, barre, fili, tubi saldati e senza saldatura.



L'ingresso del tunnel del Monte Bianco ristrutturato dopo il grave incendio scoppiato nel marzo 1999



L'interno del tunnel del Monte Bianco con il rivestimento in lamiera grecata di acciaio inossidabile EN 1.4404 (AISI 316L), che ricopre una superficie pari a 20.000 m²

Esiste poi una vasta gamma di finiture superficiali che riescono, eventualmente, a soddisfare qualsiasi tipo di esigenza funzionale o estetica (finitura lucida, satinata, opaca, preverniciata, colorata, gofrata, ecc.).

Prove di laboratorio comparate hanno anche dimostrato che il comportamento al carico d'incendio delle leghe austenitiche è particolarmente soddisfacente soprattutto nel range di temperature comprese tra 600°C e 800°C.

Caratteristica peculiare, poi, è la resistenza alla corrosione nei più svariati tipi di ambiente. Anche in questo caso, le tipologie presentate offrono la possibilità di rispondere alle diverse esigenze ambientali e microambientali dovute ai climi e alle altre situazioni che si creano su strade, autostrade e gallerie, in cui va anche considerata la presenza di prodotti antighiaccio e di prodotti corrosivi formati dai gas combusti provenienti dagli scarichi dei veicoli.

Importante aspetto è pure la loro versatilità nel collaborare con altri materiali come ad esempio l'acciaio al carbonio, l'alluminio o con il calcestruzzo. Diverse infatti sono le circostanze nelle quali gli inossidabili si trovano a lavorare con materiali più tradizionali, sia nel caso di costruzioni nuove sia in realizzazioni che prevedono opere di ristrutturazione e di recupero.



L'inox e le Norme

E' utile elencare le principali Norme, disposizioni legislative o Codici, sia nazionali sia internazionali, che vedono coinvolti gli acciai inossidabili per il nostro settore: soprattutto rivestono importanza quelle che si riferiscono ad applicazioni di tipo strutturale.

Si citano innanzitutto quelle riferite ai materiali e alla loro composizione chimica, quindi si elencano quelle più specificamente applicative.

- ◆ UNI EN 10088-1 - Lista degli acciai inossidabili;
- ◆ UNI EN 10088-2 - Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali;
- ◆ UNI EN 10088-3 - Condizioni tecniche di fornitura dei semilavorati, barre, vergella e profilati per impieghi generali;
- ◆ EN 1090-6 - Execution of steel structures - Part 6: supplementary rules for stainless steel;
- ◆ prEN 1992-1-1 - Eurocode 2: design of concrete structures, Part 1-1: general rules and rules for buildings;
- ◆ prEN 1993-1-2 - Eurocode 3: design of steel structures. Part 1.2: general rules. Structural fire design;
- ◆ UNI ENV 1993-1-4 - Eurocodice 3: Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-4: regole generali - Criteri supplementari per acciai inossidabili;
- ◆ ASTM A 955M - Deformed and plain stainless steel bars for concrete reinforcement;
- ◆ BS 6744 - Stainless steel bars for the reinforcement and use in concrete - Requirements and test methods;
- ◆ UNI EN ISO 3506-1 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio inossidabile resistente alla corrosione;
- ◆ Decreto Ministeriale 9 Gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- ◆ Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Decreto 14 Settembre 2005 - Norme tecniche per le costruzioni.

E' bene anche ricordare che esistono alcune disposizioni o capitoli interni di Aziende o di Enti che prescrivono che determinati manufatti siano realizzati con acciaio inossidabile.

Ne citiamo qui uno, secondo noi particolarmente significativo, che si riferisce alle direttive ANAS (ente nazionale per le strade) per la sicurezza della circolazione nelle gallerie stradali. In una di tali direttive, si cita, in più punti, che determinati accessori per gallerie, come gli apparecchi di ventilazione o gli impianti di illuminazione, siano costruiti con acciai inox, questo per garantire che rimangano operativi il più a lungo possibile in caso di incendio e quindi si possano migliorare i tempi di evacuazione e agevolare anche i soccorsi.



Una fase dei lavori di ristrutturazione del tunnel del Monte Bianco in cui è visibile la tubazione antincendio, realizzata in acciaio inossidabile EN 1.4404 (AISI 316L)



Il rivestimento della volta di una delle quattro gallerie della tangenziale di Vicenza, ottenuto con lamiera grecata inox EN 1.4301 (AISI 304), precalandrata



Le reti composte da barre elettrosaldate inox, grazie alla loro elasticità, si adattano molto facilmente alla curvatura della volta

L'inox nelle gallerie

Sulla base di quanto finora esposto, ai fini della garanzia di durata e della sicurezza, sono molti gli esempi di costruzioni di gallerie nelle quali è possibile trovare componenti di acciaio inossidabile, anche con funzione strutturale, sia costituiti da prodotti piani, lunghi o tubolari. Passiamo in rassegna, pertanto, alcuni tra i più significativi esempi nei quali si possono vedere applicazioni per le quali l'inox riesce a estrinsecare al meglio le proprie peculiarità: si tratta sia di realizzazioni che contano già un certo numero di anni sia di applicazioni recentissime.

** Ingegnere e Direttore Centro Inox*