

I.C.S.IM.

ISTITUTO PER LA CULTURA E LA STORIA D'IMPRESA

STEEL MASTER 1997

Corso di Formazione Superiore per addetti delle aziende siderurgiche

Villalago - Terni

Dr. Enrico Valenziani

Acciai Speciali Terni – S.p.A.

“EVOLUZIONE DELLA PRODUZIONE SIDERURGICA
IN RELAZIONE ALLE ESIGENZE DEGLI
UTILIZZATORI. ACCIAI SPECIALI TERNI ED IL
PRODOTTO INOX.”

Relatore:

Dr. Roberto Bruno

Amministratore Delegato C.S.M.

Terni, 30 Gennaio 1998

INDICE

- Introduzione.
- Il Mercato dell'auto; Acciai Speciali Terni e lo sviluppo dell'Inossidabile Ferritico.
- La Marmitta Catalitica.
- L'Acciaio pre-verniciato.
- Il Costo del Ciclo di Vita.
- Acciaio Inossidabile nell'edilizia e nelle opere civili.
- Conclusioni.

- **Introduzione.**

Essere strutturati come azienda e come individui con un “pensiero flessibile” consente di gestire in tempo i processi di cambiamento ovvero di avere la capacità di svilupparsi innovativamente. Ciò significa saper prevedere le esigenze del mercato in tempi medio lunghi sia in termini di evoluzione di prodotto che di processi, per mantenere e rafforzare la propria competitività ed essere organizzati per rispondere celermente alle nuove e/o mutate esigenze degli utilizzatori.

Un esempio emblematico di tale capacità è rappresentato dalla formulazione del piano strategico della Acciai Speciali Terni per il quinquennio 1990-‘95 , che si poneva l’obiettivo di modificare il mix produttivo tra acciai Austenitici (Cr-Ni) e Ferritici (Cr) dal rapporto 90/10 al rapporto 70/30, sia per ragioni di capacità d’offerta in prodotti inox che per fini economici (ricavi) essendo il costo degli acciai Austenitici molto dipendente dal prezzo internazionale del nichel.

Tale impostazione ha permesso all’ AST non solo di essere pronta al boom di richieste di acciai inox ferritici, esplosa con la catalizzazione dei sistemi di scarico delle auto, ma anche di avviare sul territorio una nuova attività industriale, il Tubificio di Terni, verticalizzando così il prodotto inox di base (rotoli) in tubi saldati e sviluppando una nuova famiglia di acciai inox ferritici “taylor made” per tale utilizzo.

Altri obiettivi strategici sui quali si sta lavorando riguardano la promozione dell'acciaio inossidabile come prodotto più affidabile e duraturo nel tempo, ad esempio rispetto agli acciai comuni anche rivestiti, e quindi visto come bene d'investimento in settori quali l'edilizia, i trasporti, l'arredo urbano, aggiungendo alla resistenza e alla corrosione, tipica degli acciai inox, il colore.

Tra i nuovi prodotti e le nuove applicazioni meritano un'approfondimento gli acciai ferritici per la costruzione delle marmitte catalitiche, gli acciai pre-verniciati (Vivinox) e l'utilizzo di acciaio inox nel campo delle costruzioni civili.

- **Il Mercato dell'auto;**

- Acciai Speciali Terni e lo sviluppo dell'Inossidabile Ferritico.**

Il settore auto in passato ha sempre fatto uso dell'acciaio inossidabile a scopi puramente estetici, ad esempio per paraurti, per modanature, e successivamente è stato impiegato anche per componenti meccanici che richiedevano particolare resistenza e inalterabilità. Recentemente si è cercato di sfruttare le caratteristiche dell'inox anche per la costruzione del telaio degli autoveicoli o quanto meno degli elementi della struttura portante, per ottenere una maggiore affidabilità nel tempo anche in termini di sicurezza. Ma senza dubbio il grosso business degli anni '90 è rappresentato dall'introduzione della marmitta catalitica come silenziatore a norma di legge per gli autoveicoli. Acciai Speciali Terni ha saputo sfruttare a pieno questa opportunità, modificando il mix produttivo e integrandosi verticalmente con il Tubificio di Terni.

In precedenza, infatti, il mix produttivo dell'inossidabile era ripartito tra acciai austenitici e acciai ferritici; l'acciaio inossidabile austenitico è composto principalmente da ferro (Fe), da cromo (Cr) e da nichel (Ni), e in qualche caso

anche da molibdeno (Mo), titanio (Ti), niobio (Nb) ed altri elementi di secondaria importanza. Ciò che distingue l'acciaio inossidabile ferritico dall'austenitico è la totale mancanza di nichel, che lo rende più povero qualitativamente ed esteticamente, ma che lo svincola dalle continue fluttuazioni del prezzo di quest'ultimo, ottenendo un prodotto meno costoso. Nel periodo 90-95 la politica dell'AST è stata quella di portare il mix inossidabile da 90/10 a 70/30 e di integrare verticalmente prendendo il controllo del Tubificio di Terni; buona parte della produzione di ferritico confluisce così al tubificio per la produzione di componenti delle marmitte, soddisfacendo un mercato che dal 1992 è in continua crescita, anche per lo sviluppo del segmento auto.

- **La Marmitta Catalitica.**

La marmitta catalitica converte per reazione chimica le sostanze inquinanti prodotte dalla combustione quali CO (ossido di carbonio), HC (idrocarburi) e NO (biossido di azoto), in gas inoffensivi già presenti nell'atmosfera terrestre o riciclabili dalle piante; acqua, anidride carbonica e azoto. Il catalizzatore vero e proprio è costituito da un contenitore in lamiera in cui è inserito un monolita ceramico o metallico a forma di nido d'ape, impregnato da metalli nobili quali il platino, il palladio ed il rodio, che innestano la reazione chimica di conversione (fig. 1). Tale conversione avviene solo a temperature elevate, a partire da 300 gradi, quando lo strato di metallo nobile diventa attivo e per catalisi completa la combustione (ossidazione); all'aumentare della temperatura (700-800 gradi) le prestazioni del catalizzatore migliorano.

L'introduzione della marmitta catalitica come silenziatore per gli autoveicoli, ha portato alla ricerca e allo sviluppo di acciai capaci di resistere ad alte temperature (maggiori che con le vecchie marmitte) e alla corrosione.

Un sistema di scarico semplificato si divide in due zone di lavoro (fig. 2,3):

- una parte calda (collettori, tubi di discesa, convertitore) che lavora ad una temperatura compresa tra i 1000 e gli 800 gradi (secondo il tipo di autoveicolo).
- una parte fredda (silenziatori, tubi di uscita) che non supera i 700 gradi.

Nella produzione delle marmitte, i criteri base da seguire sono un basso costo del materiale, la garanzia di durata nel tempo, una produzione standardizzata e la possibilità di ottenere volumi elevati per una produzione di massa.

Gli acciai austenitici se pur soddisfano le esigenze tecniche di resistenza alla corrosione, alle alte temperature e di stampabilità, non sono convenienti in termini di costi, perché come si è detto in precedenza, sono legati al prezzo del nickel. Sono stati quindi sviluppati nuovi acciai ferritici alto legati per portare al livello del 304 e del 321 (austenitici) sia la resistenza alla corrosione interna/esterna, sia la resistenza meccanica alle alte temperature.

Per i collettori, in precedenza costruiti in ghisa (più pesante del 50% e più facile al distacco di scaglie), la scelta è andata sul 409 LI (11 Cr-Ti) per temperature non superiori a 700/800 gradi e sul 441 LI (18 Cr-Nb-Ti) per temperature più elevate. Si ottiene così una buona resistenza al calore (circa equivalente al 321) e alla corrosione da sali antighiaccio; una sufficiente resistenza meccanica a caldo (le sollecitazioni in questo punto si scontrano con la rigidità del segmento fissato alla testata del motore), un'ottima saldabilità, formabilità (i collettori sono sempre curvi); infine una buona resistenza allo sfogliamento: si evita la formazione ed il distacco di scaglie all'interno dei tubi, che provoca l'otturazione del monolita nel catalizzatore. Per temperature

superiori, in caso di autovetture sportive, vengono utilizzati acciai piu' pregiati quali il 4828 , il 309/310, austenitici (fig. 4-5).

Nel catalizzatore, ancora nella parte calda, per la costruzione del guscio che contiene sigillato il monolita viene impiegato il 409 LI o il 441 LI, in grado di fornire una stampabilità adeguata alle condizioni di forte deformazione tipiche della fabbricazione dei gusci; per temperature particolarmente elevate, però, e' preferibile quest'ultimo per la maggiore resistenza. Come per i collettori puo' essere utilizzato acciaio austenitico per parti piu' calde quali tubi flessibili o precatalizzatori.

Man mano che ci si allontana dal motore, la marmitta lavora ad una temperatura inferiore (max 700 gradi), ed il problema maggiore e' la corrosione; interna ed esterna. La corrosione interna e' causata dalla condensa che si forma all'interno del silenziatore; quella esterna dipende dalla resistenza agli agenti atmosferici, soprattutto ai sali antighiaccio usati nella stagione invernale. La resistenza alla corrosione dell'acciaio dipende dal tenore di cromo e di molibdeno; e' stato cosi' sviluppato l'acciaio 436 LI (18 Cr-1 Mo—Nb-Ti), che offre una resistenza alla corrosione pari a quella del 321 o del 304, entrambi austenitici e assai piu' costosi (fig. 6). Il tubo che esce dal silenziatore, l'unica parte a vista, spesso per motivi puramente estetici viene prodotto con acciaio austenitico del tipo 304; con tale acciaio si evita la tipica colorazione interferenziale per ossidazione che si verifica a causa della lunga permanenza a temperature elevate (>250 gradi).

L'utilizzo di acciaio inossidabile per la marmitta riduce infine il rischio di ossidazione e conseguente rottura nei punti di saldatura e giunzione tra le varie parti; è noto che anche le migliori saldature costituiscono il punto debole di ogni prodotto in acciaio, ma l'inox garantisce una durata assai superiore.

Un ulteriore sviluppo dell'acciaio 409 LI dovrebbe essere il 409 stabilizzato con aggiunta di Al-Si, da utilizzare per i collettori dell'auto (alte temperature).

Con l'introduzione dei nuovi acciai ferritici alto legati si è ottenuto senza dubbio un buon compromesso di resistenza alla corrosione (436 LI) e di resistenza meccanica ed all'ossidazione a caldo (441 LI), riuscendo a contenere i costi di produzione/vendita e consegnando all'industria automobilistica un prodotto affidabile e duraturo nel tempo (fig. 7).

- **L'Acciaio pre-verniciato.**

Nel campo dell'edilizia l'acciaio inossidabile può avere numerose applicazioni, soddisfacendo così un'esigenza di durata del prodotto, per la sua resistenza agli agenti atmosferici (ossidazione), di resistenza meccanica, e in alcuni casi anche un'esigenza estetica per la sua finitura a specchio.

E' stato sviluppato l'acciaio pre-verniciato/pre-primerizzato "VIVINOX" , che oltre ai requisiti propri dell'acciaio inox, aggiunge la superficie colorata; questo prodotto si presta a numerose applicazioni, sfidando i prodotti concorrenti già presenti sul mercato da tempo, come il comune acciaio zincato, l'alluminio, il rame.

Il Vivinox viene ottenuto applicando sul foglio di acciaio (0.4-2 mm) uno strato di primer o back coat (sul retro), ottenendo il preprimerizzato; applicando anche uno strato di vernice sopra al primer, su uno o entrambi i lati, si ottiene il preverniciato (fig.8). La vernice utilizzata è del tipo "long life" (pvdf), resistente, elastica e duratura. Le applicazioni del vivinox vanno dalle coperture per l'edilizia (lamiera grecate, pannelli, lattoneria) alle facciate architettoniche, all'arredo urbano (cartellonistica, ecc.), alla pannelleria coibentata per trasporti, agli elettrodomestici. L'acciaio utilizzato per il preverniciato dipende dalle condizioni esterne: in ambienti interni bastera` il 409 ferritico; in condizioni

estreme quali l'ambiente industriale e marino sarà necessario rivestire un 304 o un 316 austenitico.

Il segmento delle lamiere grecate ha come elementi più usati l'acciaio zincato (80 %), l'alluminio (15 %), ed il rame (4 %); all'acciaio inox rimane solo l'1 % del mercato, sebbene il suo costo sul ciclo di vita sia pari alla metà di quello del acciaio zincato, per ovvi motivi di durata. Per tutte le applicazioni inox in cui bisogna erodere mercato ad altri prodotti già presenti, il problema maggiore è quello di convincere l'utilizzatore a pensare a lungo periodo, secondo la teoria del "Life Cycle Cost" ; avendo un'ottima resistenza meccanica e costi di manutenzione ridottissimi, il prodotto inox risulterà conveniente; il problema rimane nell'esborso iniziale, assai più elevato.

I pannelli coibentati, impiegati nei frigoriferi industriali e in edilizia, vengono attualmente prodotti con acciaio zincato per il 70 % e con alluminio per la restante parte; in questo settore l'inox può essere un buon sostituto dell'alluminio, che sebbene abbia come pregio la leggerezza, ha una resistenza meccanica inferiore.

Nel settore della lattoneria l'impiego dell'inox copre il 25 % del mercato, il rame il 35%, lo zincato il 40 % . L'acciaio inossidabile può sostituire convenientemente il rame, anche se quest'ultimo continua ad essere preferito per la facilità di lavorazione sul luogo di posa e per il gradevole effetto estetico; comunque con l'impiego dell'inox si otterrebbe un prodotto più resistente e più igienico del rame.

Il segmento dei rivestimenti facciate è quello che ha il valore aggiunto più elevato, quindi il costo del materiale è proporzionalmente basso e quasi ininfluenza sul prezzo finale del prodotto; il vetro è presente per il 50 % dei casi e tra i materiali metallici l'alluminio è utilizzato nel 90 % delle forniture, lo zincato il 9 % e l'inox solo l'1%.

L'inossidabile preverniciato potrebbe vincere la concorrenza dell'alluminio preverniciato per le sue caratteristiche meccaniche ed estetiche migliori; l'alluminio impiegato come pannello può incurvarsi o gonfiarsi creando l'effetto "pancia", esteticamente non apprezzato e poco resistente agli urti. In questo segmento trova applicazione l'inox preverniciato trasparente con il trattamento anti-impronta, ideale per rivestimenti interni.

Volendo fare un cenno anche per i serramenti metallici vediamo che il 90 % del mercato utilizza alluminio preverniciato, il 7 % lo zincato preverniciato, il 2 % ottone e l'1 % inox (solo 304 satinato); anche in questo caso il costo del prodotto inox è più elevato degli altri materiali, e soprattutto in rapporto all'alluminio, più leggero e più facilmente lavorabile sul luogo di posa.

In generale l'acciaio preverniciato inox ha un costo maggiore dell'alluminio preverniciato a parità di spessore e più del doppio rispetto allo zincato preverniciato; solo il rame (lattoneria) ha un costo più elevato. L'inox potrebbe essere utilizzato per i bassi spessori, dove l'alluminio risulta troppo poco resistente, ma c'è ancora una scarsa propensione; inoltre c'è da aggiungere una maggiore presenza e migliore organizzazione dei lavoratori e distributori di alluminio sul territorio italiano. Lo zincato meccanicamente ed esteticamente non mostra grosse differenze dall'inox, ma rimane la notevole differenza di prezzo.

I vantaggi innegabili dell'inox preverniciato sono:

- la possibilità di effettuare dei ritocchi ogni qualvolta si verifici un distacco della vernice o dei graffi sulla superficie, senza che questo modifichi le sue caratteristiche antiossidanti (così non è per lo zincato).
- una migliore lavorabilità sia dell'acciaio zincato che dell'alluminio quando sono necessarie pieghe pronunciate.
- una maggiore resistenza al fuoco e un coefficiente di allungamento pari ad un terzo di quello dell'alluminio.

- una maggiore resistenza meccanica per le funzioni portanti delle strutture.

In conclusione per poter sviluppare il preverniciato inox è necessario ridurre al massimo il prezzo del materiale in modo da poter aggredire il segmento dell'alluminio, piuttosto che lo zincato; nel caso della lattoneria, invece, abbiamo visto che è il rame il materiale da sostituire; lo zincato è attaccabile solo nei casi in cui se ne dimostri la convenienza col calcolo del ciclo di vita del prodotto.

- **Il Costo del Ciclo di Vita.**

Il calcolo del costo del ciclo di vita (Life Cycle Cost) e' una tecnica diffusa per identificare e quantificare tutti i costi , iniziali e successivi, relativi ad un progetto o ad una installazione durante un periodo di tempo definito. I costi totali, sostenuti durante tale periodo, sono riportati al valore attuale, valutando cosi' i potenziali benefici a lungo termine; il calcolo è possibile grazie alla formula seguente:

$$LCC = AC + IC + \sum_{n=1}^N \frac{OC}{(1+i)^n} + \sum_{n=1}^N \frac{LP}{(1+i)^n} + \sum_{n=1}^N \frac{RC}{(1+i)^n}$$

dove : LCC = Costo totale del ciclo di vita.

AC = Costi iniziali di acquisto dei materiali.

IC = Costi iniziali di fabbricaz. ed installaz. dei materiali.

OC = Costi di esercizio e manutenzione da 1 ad N anni al tasso i .

LP = Costi di perdita di produzione nei periodi fuori servizio. (da 1 ad N).

RC = Costi di sostituzione dei materiali. (da 1 ad N).

Con un'analisi completa sarà possibile effettuare la scelta dei materiali più convenienti, avendo valutato eventuali manutenzioni e sostituzioni nel tempo N.

Ad esempio per la costruzione di un impianto di depurazione delle acque reflue (Fonte: Centro Inox), utilizzato per le acque della zona nord di Milano, sono state impiegate 150 tonnellate di acciaio al carbonio. Questo impianto può depurare oltre 6500 mc/h di acque reflue, ed è quindi esposto all'azione aggressiva dei liquami e della umidità presente. Nel corso del ciclo di vita di questo prodotto, 30 anni, saranno necessarie manutenzioni e all'occorrenza sostituzioni del materiale, programmate su cicli quinquennali. Considerato un tasso effettivo d'interesse del 4% e fatti i relativi calcoli, avremo un costo di acquisizione del materiale al carbonio (AC) = 108 milioni, costi di fabbricazione ed installazione (IC) = 737 mil. , costi di manutenzione (OC) = 684 mil., per un totale di 1529 milioni (non si effettuano sostituzioni e non sono considerate le perdite di produzione).

Lo stesso prodotto in acciaio inossidabile 304 avrebbe un costo iniziale (AC) = 404 milioni (con un impiego di 135 tonn.; riduzione del 10% dello spessore), costi di fabbricazione ed installazione (IC) = 685 mil. e costi di manutenzione (OC) = 44 mil., per un totale di 1133 milioni: 396 milioni in meno, ovvero il 25%, su trent'anni di vita del prodotto. Nonostante la differenza nell'esborso iniziale, assai più elevato con l'inox, il costo per le manutenzioni cicliche (dove in questo caso la manodopera è la voce principale di spesa) penalizza l'utilizzo dell'acciaio al carbonio. In altri casi , quali ad esempio le piattaforme off-shore o i ponti sospesi, hanno un valore determinante i costi di sostituzione del materiale (RC) e di perdita di produzione (LP), quindi per periodi lunghi e facile dimostrare la convenienza finanziaria dell'utilizzo dell'acciaio inossidabile .

- **Acciaio Inossidabile nell'Edilizia e nelle opere civili.**

Il settore dell'edilizia e dell'architettura sta incontrando in questi ultimi anni un veloce sviluppo dell'impiego dell'inossidabile; in Europa il consumo di inox nell'edilizia è del 7 % sul totale, cifra che se rapportata al consumo del Giappone (15%) o addirittura della Corea (39 %) fa supporre una buona potenzialità di crescita nel nostro continente. Confrontando i singoli paesi europei vediamo che in Francia, Germania e Inghilterra il consumo di inox per edilizia copre il 10 %, mentre in Italia solo il 5 % sul totale; anche in questo caso si prospetta una continua crescita nel settore.

Attualmente l'inox trova impiego come prodotto piano, profilati, tubi saldati, soprattutto in opere civili stradali e di arredo urbano, dove la resistenza alla corrosione è di fondamentale importanza per la durata dell'investimento e per la sicurezza. Applicazioni di barre inox nelle opere civili in cemento armato, per esempio, possono resistere alla corrosione dei sali antighiaccio utilizzati nella rete autostradale e non. Uno sviluppo dei tubi saldati inox con innesto rapido per facilitare la messa in posa, potrebbe coprire il settore della distribuzione e scarico della acque, garantendo una maggiore igiene e resistenza meccanica della rete.

Dove l'acciaio inossidabile trova impiego per le caratteristiche estetiche antiossidanti è nell'edilizia e nell'arredo urbano, senza dimenticare la facile lavorabilità, la facile componibilità e l'elevata durabilità contro gli atti vandalici.

Quando si parla di acciaio inossidabile si è portati a pensare che l'inox non possa realmente ossidarsi; in realtà la sua resistenza alla corrosione è dovuta proprio alla capacità di "passivarsi", cioè di ricoprirsi di un sottilissimo strato di ossidi invisibili (si parla di pochi strati atomici) che protegge il metallo dagli attacchi corrosivi. Il fenomeno della passivazione avviene per reazione con elementi

ossidanti quali l'acqua, l'aria, varie soluzioni. Questo strato che garantisce la protezione del metallo può essere più o meno resistente, a seconda della concentrazione di cromo e molibdeno nella lega; altri elementi come il nichel o il titanio sono di notevole importanza per incrementare la resistenza alla corrosione; è fondamentale un valore minimo di cromo del 11-12 %, poi all'aumentare di quest'ultimo l'acciaio sarà sempre più resistente alla corrosione.

Come avviene la corrosione: la pioggia, l'acqua, l'umidità formano sulla superficie uno strato di gocce d'acqua contenenti cloruri, anidride solforosa, ossidi di azoto, polveri, e nel tempo con i raggi solari l'acqua evapora, lasciando che gli ioni dissolti si concentrino progressivamente sulla superficie. A questo punto il materiale può essere attaccato, soprattutto in corrispondenza dei punti più deboli quali i giunti di grano, le inclusioni non metalliche, le aree ossidate dalla saldatura.

La corrosione si può manifestare in tre principali forme:

- la corrosione galvanica, che presuppone il contatto di materiali diversi immersi nella stessa soluzione;
- il pitting, attacchi puntiformi dello ione cloruro nelle zone più deboli dello strato passivo;
- corrosione interstiziale, sotto depositi, in aree schermate metallo/metallo o metallo/non metallo, che favoriscono l'accumularsi di soluzioni stagnanti dando luogo a corrosione in fessura.

Da questa analisi segue una scelta oculata del tipo di acciaio da impiegare; l'acciaio inossidabile ferritico 430 garantisce un'ottima resistenza nelle zone rurali, montane, urbane, industriali e costiere, anche se tende rapidamente ad opacizzarsi assumendo un colore grigio; rimane comunque il più indicato per la costruzione di pannelli segnaletici per ogni impiego, con una buona resa estetica

ed un costo competitivo. L'acciaio inox austenitico 304 è più indicato in caso di ambiente particolarmente aggressivo, per esempio in prossimità di scarichi di industrie chimiche o in presenza di aria salmastra; la resa estetica è eccellente, soprattutto con una finitura BA a specchio, ma il costo è superiore. In caso di vicinanza al mare può risultare necessario l'acciaio 316 fortemente resistente alla corrosione da cloruri. In altri casi questi acciai possono essere a basso contenuto di carbonio (tipo "L") o stabilizzati al titanio al niobio (321,430 Ti, 316 Ti), raccomandati quando si devono eseguire saldature su spessori rilevanti per evitare una eccessiva formazione di carburi di cromo che accelererebbe la corrosione. Altre finiture possibili sono la più comune 2B, quelle satinata e quelle spazzolate, particolarmente resistenti al graffio; quanto più liscia è la superficie tanto migliore è la sua resistenza alla corrosione.

Abbiamo così applicazioni di acciaio inox nell'arredo urbano di tipo funzionale, per corrimano, archetti protettivi per marciapiedi, cestini, cabine telefoniche, ringhiere parapetto, lampioni, cartelloni pubblicitari, e anche a solo scopo decorativo, come fontane, monumenti, opere scultorie di vario genere.

Una applicazione dell'inox potrebbe essere per le coperture metalliche, sia in abitazioni che industriali, anche se quelle in plastica o fibre sono già molto diffuse per il costo inferiore; certamente l'inox è più competitivo del rame, soprattutto se si parla di 430 ferritico, adatto a tale scopo. La copertura avviene utilizzando nastri uniti tra loro con doppia aggraffatura, con saldatura, oppure impiegando tegoloni di lamiera o pannelli profilati inchiodati alla struttura del tetto; in ogni caso il materiale di fissaggio (es. rivetti) deve essere inossidabile per evitare fenomeni di corrosione galvanica.

Per un confronto diretto con altri metalli concorrenti notiamo come un pannello d'acciaio inox di spessore 1 mm abbia una resistenza più elevata di quella di un pannello di alluminio di spessore 2,5 mm, e superiore o uguale a quella di un

pannello in acciaio al carbonio di pari spessore. Altro aspetto fondamentale che privilegia l'inox è la riciclabilità; l'inossidabile è riciclabile per oltre il 60 %, contro il 50 % del comune acciaio, e il 35 % dell'alluminio, senza considerare la bassissima riciclabilità della plastica.

Un ulteriore sviluppo degli acciai inossidabili ferritici è rappresentato dai basso legati per utilizzo strutturale e di ricopertura; il tipo d'acciaio preso in considerazione è lo STR12, che possiede ottime caratteristiche meccaniche, un elevato carico di rottura e di snervamento (superiore al comune 430), una discreta inossidabilità grazie al 12 % di tenore di Cromo. Esso trova applicazione:

- nei trasporti per le strutture di autobus, segnaletica stradale, vetture ferroviarie.
- in edilizia per le canne fumarie, grigliati, ancoraggi, recinzioni e corrimano.

e per di più:

- nell'industria petrolchimica e metallurgica per contenitori, serbatoi, ecc.
- nell'industria dello zucchero nei generatori, convogliatori, essiccatori.
- nell'industria estrattiva (es. carrelli per carbone).
- in agricoltura e pesca (carri bestiame, serbatoi per fertilizzanti).

In generale in edilizia (civile e industriale) lo sviluppo di tali applicazioni potrebbe trovare impiego nella realizzazione di elementi strutturali secondari, ovvero tutto ciò che non sopporta il carico principale della struttura edilizia quali colonne e travi portanti. I profilati a caldo si dimostrano interessanti per elementi portanti esterni in ambienti poco corrosivi; i profilati a freddo trovano scarsa applicazione per parti esterne, dove l'inox austenitico è preferito, e per parti interne trovano spazio come tubi a sezione quadrata, rettangolare o tonda. Le lamiere ed i nastri a caldo potrebbero avere una penetrazione minima, mentre quelli a freddo si possono impiegare per la realizzazione di pannelli autoportanti, anche preverniciati o con funzione coibentante.

Il 409 strutturale trova impiego anche nell'arredo urbano per le pensiline (es. ferrovie), o come tubi saldati (quadrati, rettangolari, tondi) per cancellate, parapetti ecc.

I vantaggi del 409 strutturale rispetto a comuni acciai al carbonio e basso legati sono principalmente il risparmio di peso e la assente manutenzione richiesta per le caratteristiche intrinseche dell'acciaio inox; anche il vantaggio ecologico fa la sua parte, considerando l'assenza di zincatura o verniciatura.

Anche con il 304 si dovrebbero avere impieghi strutturali; sono in corso i lavori per definire i codici di calcolo delle strutture per inossidabile, tra i quali troviamo quelli relativi alla resistenza al fuoco, importanti per le strutture pubbliche.

Il prezzo rappresenta il freno all'utilizzo del materiale inox; senza calcolare il life cycle cost è accettabile un aumento del prezzo dell'ordine di 10-20 % rispetto all'acciaio normale; considerando anche l'elemento manutenzione, assente, è possibile accettare un aumento del 50 % per avere la convenienza lungo 10-15 anni di utilizzo. Rimane anche qui, come in generale per il prodotto inox, la difficoltà nel rimuovere l'inerzia creatasi negli studi di progettazione, che utilizzano da anni acciai comuni al carbonio con ampie sperimentazioni al seguito.

- **Conclusioni.**

La produzione siderurgica si è sempre orientata ad una riduzione dei costi, ad una continua innovazione di processo e di prodotto. Nel campo dell'inossidabile la riduzione dei costi è stata ricercata soprattutto sviluppando la serie di acciai ferritici 430, aggirando, per così dire, il nichel e le sue pericolose oscillazioni di

prezzo. Puntare su acciai come il 409 LI, il 436 LI o il 441 LI e' stato possibile cogliendo l'occasione delle marmitte catalitiche nel mercato dell'auto; un business destinato a crescere rapidamente che Acciai Speciali Terni ha sfruttato con l'introduzione di acciai "Taylor Made" capaci di sopportare alte temperature, ambienti molto corrosivi, facilmente sagomabili e saldabili, in definitiva non troppo differenti dai piu' pregiati inox austenitici, ma caratterizzati da un ridotto costo di produzione.

L'innovazione di processo, da cui ottenere ulteriori riduzioni di costi, e' in continuo sviluppo; in pochi anni si e' arrivati a studi e test di colaggio in bramme sottili o addirittura di colaggio a nastri, con cui si ricerca di compattare il ciclo della produzione.

Continua e' la ricerca di introduzione degli acciai inossidabili in mercati fino ad ora monopolizzati dall'impiego di altre materie prime concorrenti, tra cui spiccano gli acciai comuni al carbonio e l'alluminio. I costi dei prodotti sono differenti, a svantaggio dell'inox, ma cambiando le abitudini degli utilizzatori, cercando di incontrare le loro esigenze con acciai sempre piu' competitivi ed adatti all'uso specifico, e facendo leva sul concetto di Life Cycle Cost del prodotto inox, si potranno trovare molteplici applicazioni sostitutive dei materiali concorrenti; nel campo dell'edilizia e dell'arredo urbano si possono trovare le maggiori opportunita'.

