

L'UTILIZZO DELL'ACCIAIO TIPO CORTEN

NELLE INFRASTRUTTURE STRADALI IN ITALIA

U. Dibennardo, A. Devitofranceschi
Direzione Centrale Progettazione – ANAS S.p.A.

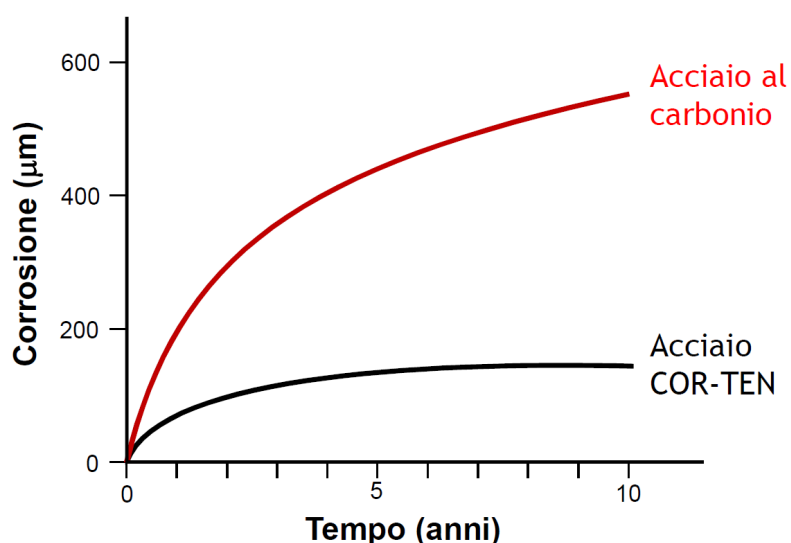
Il materiale

Gli acciai CorTen sono sostanzialmente simili in termini di caratteristiche meccaniche dai tradizionali acciai impiegati per la costruzione di carpenterie metalliche (acciai Carbonio-Manganese).

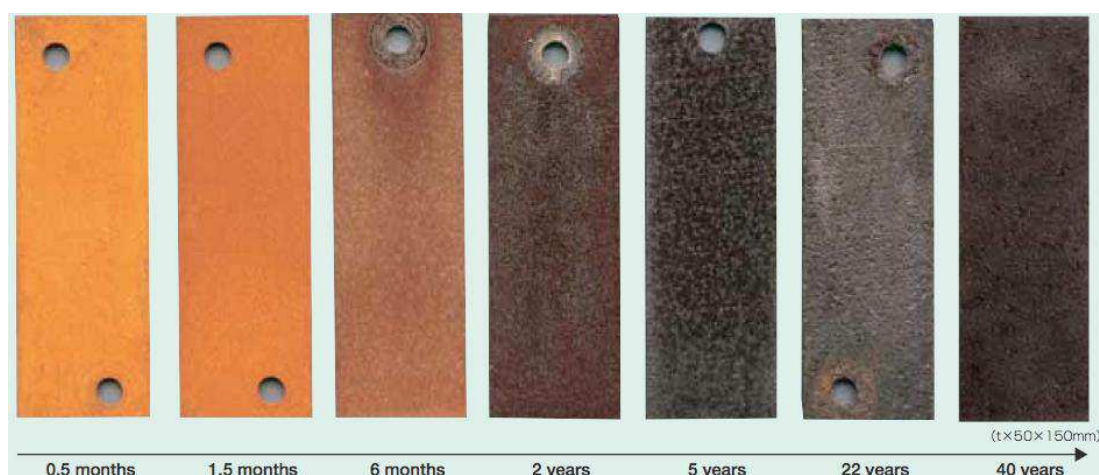
Dal punto di vista normativo si inquadrano in ambito italiano (ed europeo) nella norma UNI EN 10025-5 (l'ultima versione è del 2005), che recita nel titolo: "Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica".

Gli acciai inclusi nella UNI EN 10025-5 sono contraddistinti dalle sigle S235J0W, S235J2W, S355J0W, S355J2W, S355K2W ai quali si aggiungono i COR-TEN al Fosforo – S355J0WP e S355J2WP. La lettera "W" è indice della lega tipo CorTen dell'acciaio.

Dal punto di vista chimico, paragonando i requisiti normativi dei tradizionali acciai Carbonio-Manganese con quelli degli acciai CorTen, si possono notare alcune differenze nelle percentuali previste per i vari elementi di lega. Senza entrare troppo nel merito, è sufficiente evidenziare come piccole aggiunte e piccole variazioni percentuali di alcuni elementi di lega (principalmente P, Cu, Cr, Mo, ma anche Nichel ed altri elementi "secondari") possano produrre importanti effetti in termini di autoprotezione degli acciai nei confronti della corrosione atmosferica: lo strato di ossido superficiale (la "ruggine") che si crea dopo un certo periodo di esposizione in idoneo ambiente è così compatto e aderente da creare una barriera che isola l'acciaio sottostante non ossidato dall'ambiente esterno. Normalmente, il processo di formazione dell'ossido superficiale richiede alcuni mesi di tempo, in funzione delle condizioni climatiche in cui si trova ad operare l'acciaio, e si completa in pochi anni. Nella figura seguente è indicato l'andamento qualitativo della corrosione indotta in ambiente rurale per gli acciai CorTen e per gli acciai al carbonio; è interessante evidenziare come il CorTen, a differenza dell'acciaio tradizionale, raggiunga una configurazione asintotica stabile dello strato "corroso".



Nella figura seguente è mostrata l'evoluzione cromatica del CorTen nel tempo.



Per quanto attiene la saldabilità degli acciai tipo CorTen, essi, in virtù della loro formulazione chimica più complessa rispetto agli acciai C-Mn tradizionali, richiedono maggiore attenzione e quindi maggiore onerosità durante le fasi di saldatura. In particolare sono necessarie maggiori temperature di preriscaldamento e sono indicati fili ed elettrodi compatibili con il materiale base sia in termini di prestazioni meccaniche sia in termini di composizione chimica. Si sottolinea anche come l'omogeneità chimica che si viene a creare tra materiale base e giunti saldati sia altrettanto importante dell'omogeneità del comportamento meccanico, perché consente di ottenere tassi di corrosione sostanzialmente uniformi in tutte le aree di una determinata struttura, facilitando la gestione dello stato di conservazione dell'opera.

Anche parlando di collegamenti bullonati qualche considerazione va fatta: per garantire omogeneità di comportamento nei confronti della corrosione, bulloni, rosette e dadi dovrebbero possedere le stesse caratteristiche di autoprotezione delle lamiere e dei coprigiunti; tuttavia è ammesso l'impiego di bulloni bruniti 10.9 e 8.8 (bulloni neri) nei collegamenti di strutture in acciaio auto protetto. Tale impiego, confermato da numerose e datate esperienze in tal senso, trova giustificazione nel fatto che i materiali base dei suddetti bulloni sono generalmente legati al Nichel Cromo Molibdeno, componenti che conferiscono al materiale stesso caratteristiche paragonabili a quelle dell'acciaio autopatinabile.

La diffusione

I primi impieghi dell'acciaio CorTen nelle carpenterie strutturali risalgono agli anni '30 del secolo scorso. Solo nel 1964, sulla base di limitate esperienze precedenti, furono realizzati negli USA i primi ponti interamente in CorTen: il New Jersey Turnpike (figura seguente) e il Eight Mile Road Bridge (in Michigan).



Da allora le travi metalliche da ponte in acciaio CorTen hanno trovato una continua diffusione in tutto il mondo.

In Italia le prime significative applicazioni del CorTen eseguite in ambito stradale si hanno a partire dagli anni '80, riscontrando progressivamente un significativo successo sia tra tecnici, sia tra le stazioni appaltanti e sia tra le imprese di costruzione.

Ad oggi, rischiando forse di peccare di estrema sintesi, è possibile fotografare l'applicazione delle varie tipologie di travate da ponte progettate in Italia come segue:

- Per luci fino a 30-35m circa è dominante l'impiego di impalcati realizzati con travi in c.a.p.
- Per luci comprese tra i 35 e i 130m circa è dominante l'impiego di impalcati con sezione mista acciaio-clc.
- Per luci superiori a 130m circa vi sono soluzioni diverse in ragione di esigenze architettoniche e costruttive (ponti strallati, piastre ortotrope, sezioni miste fino a 165m di luce, impalcati in c.a.p. postesi, ponti ad arco).

Nell'ambito delle luci "medie" (35m-130m) la maggior parte delle applicazioni progettuali italiane è costituita da sezione mista acciaio-clc con travata in acciaio CorTen non verniciato.

Nelle seguenti figure si possono osservare alcune delle prime applicazioni italiane del CorTen in ambito stradale.



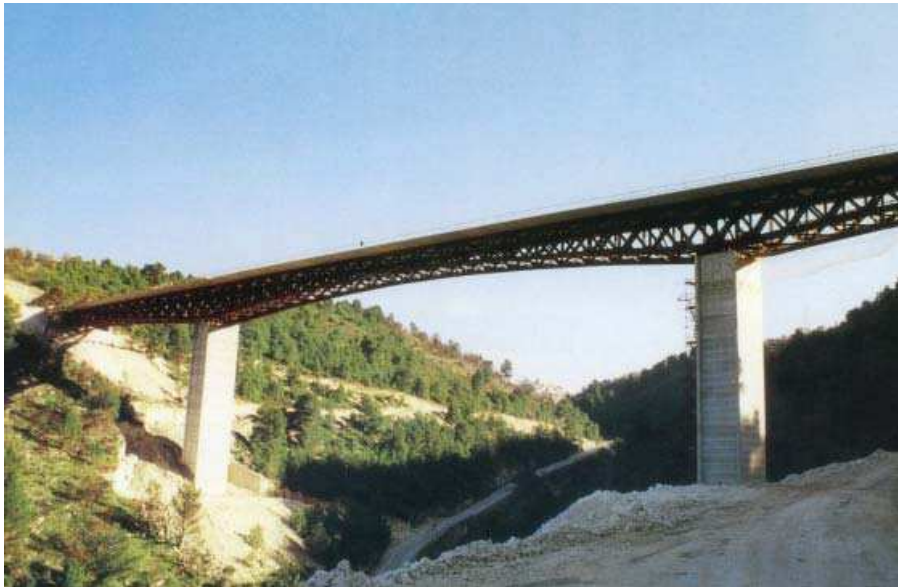
Ponte Cadore 1985



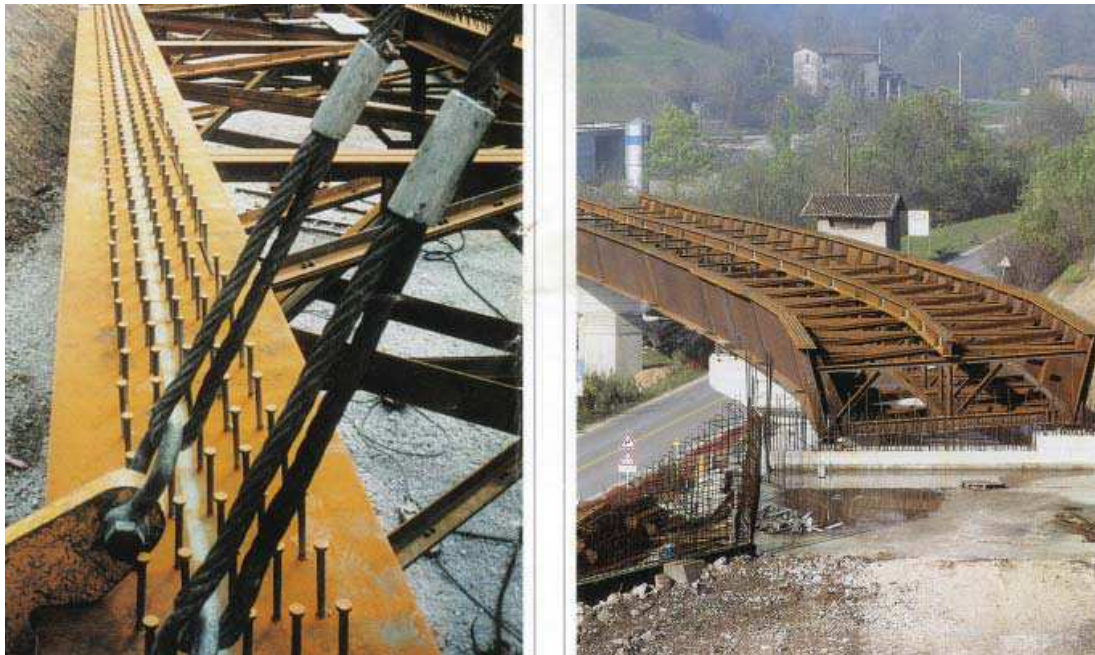
Ponte Lillaz 1989



Viadotto Solorso 1989



Viadotto San Nicola 1991



Ponte Re 1995



Viadotto Savuto 2000

Le ricerche effettuate

Le uniche ricerche sul tema sono state eseguite, a partire dagli anni '80, all'estero. In particolare si possono citare gli esempi significativi degli USA e della Gran Bretagna (Scozia in particolare).

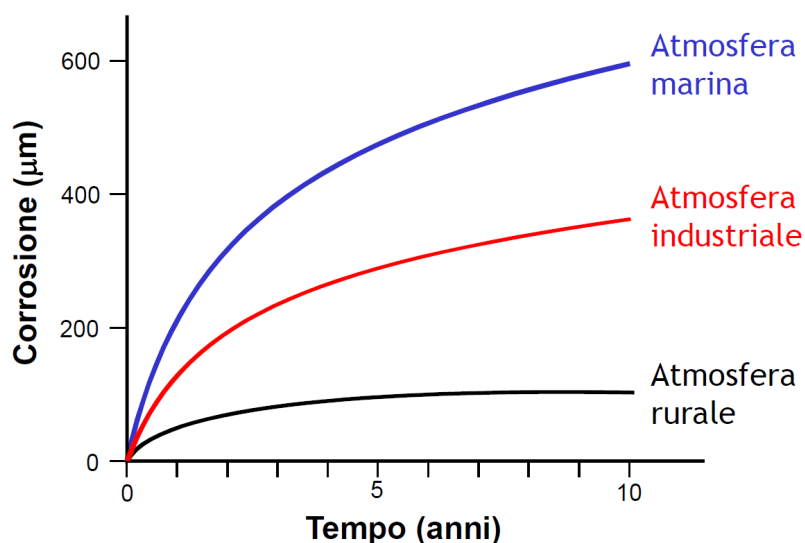
Entrambe le ricerche, basate sull'analisi di ponti già in esercizio da alcune decine di anni, hanno trovato risultati (positivi) molto simili.

La ricerca più importante, quella statunitense, è stata sviluppata in più fasi alla fine delle quali, nel 1995, sono stati analizzati complessivamente 63 ponti aventi dai 18 ai 30 anni di servizio, concepiti senza alcuna prescrizione particolare e distribuiti in 11 Stati. I risultati di questa ricerca furono soddisfacenti in quanto solo il 12 % dei ponti presentava segni evidenti di corrosione. In particolare questi ponti erano tutti concentrati nella zona industriale di Detroit, dove l'inquinamento atmosferico era particolarmente elevato. In nessun caso, comunque, si ritenne necessario intervenire subito sulle strutture, a conferma del fatto che le corrosioni riscontrate non erano ciononostante pericolose. Isolando il caso di Detroit, gli altri problemi riscontrati erano relativi ai cosiddetti "micro ambienti" che si potevano creare all'interno o nell'intorno della struttura.

Sulla base delle ricerche ad oggi disponibili è stato possibile concludere che l'esistenza di cicli bagnato/asciutto (wet/dry) sia una condizione necessaria per la formazione di uno strato denso e aderente di ossido. Per tale ragione questo tipo di acciaio ben si presta all'utilizzo in ambiente esterno in regioni geografiche aventi una variabilità climatica simile a quella italiana.

Le strutture devono però essere prive di interstizi, fessure, cavità, e altri difetti in cui l'acqua può raccogliersi (cosiddette trappole di corrosione), in quanto la corrosione potrebbe progredire senza la formazione di una patina protettiva. Non è pertanto consigliabile utilizzare il CorTen in ambienti chiusi e privi di ventilazione (strutture scatolari o cassonate) a causa della mancanza di un ciclo alternato wet/dry o in atmosfere marine o fortemente industrializzate dove la patina protettiva non si forma o si forma molto più lentamente.

Nella figura seguente è indicato l'andamento qualitativo della corrosione indotta negli acciai CorTen in diversi ambienti tipologici; è interessante evidenziare come solo in ambiente rurale il CorTen raggiunga una configurazione asintotica stabile dello strato "corroso".



Nessuna ricerca sistematica sulle travate da ponte impiegate in ambito stradale è stata purtroppo effettuata in Italia negli oltre 30 anni di utilizzo del CorTen, nonostante il forte impiego di questo prodotto nel nostro Paese; nessuna norma specifica è stata altresì emanata in Italia sull'argomento. Si è sempre utilizzato l'acciaio CorTen senza alcuna limitazione/penalizzazione, basandoci e fidandoci dell'esperienza statunitense; fortunatamente ad oggi non sono stati riscontrati casi di "fallimento" del CorTen nelle applicazioni stradali, se non nelle circostanze già evidenziate dalle ricerche effettuate all'estero.

Le prescrizioni all'uso

Gli accorgimenti da utilizzare nell'utilizzo di acciai CorTen sono direttamente correlati alla necessità di creare e mantenere uno strato di ossido uniforme e resistente alla corrosione atmosferica.

Tale accorgimenti si possono riassumere come segue:

- È fortemente sconsigliato l'utilizzo in spazi chiusi e non idoneamente ventilati, quali sono le parti interne delle travate chiuse a cassone o delle arcate.
- È sconsigliato l'utilizzo in prossimità (<500m) del mare. L'utilizzo a distanza dal mare inferiore a 2000m è bene sia associato ad una buona ventilazione del sito. L'utilizzo del CorTen in prossimità del mare potrà avvenire previa opportuna scelta del materiale e/o la realizzazione a priori di cicli di pre ossidazione accelerata, che possono velocizzare il raggiungimento di condizioni stazionarie della patina protettiva.
- È sconsigliato l'utilizzo in ambiente ad umidità costante, quale può verificarsi disponendo la parte inferiore della travata in prossimità (<2.5m) da un lago o da un corso d'acqua.
- È sconsigliato l'uso di travate CorTen per sovrappassi stradali o ferroviari molto lunghi (misura secondo l'asse dell'infrastruttura sovrappassata) in cui si può formare un ambiente ad umidità costante (inoltre poco ventilato e con atmosfera inquinata) per via della creazione di un "effetto tunnel".
- È necessario (esattamente come accade per le strutture in acciaio verniciato) eliminare ogni dettaglio che ostacoli la realizzazione dei normali cicli bagnato-asciutto (cosiddette trappole di corrosione) necessari alla generazione e mantenimento della patina.
- È necessario evitare la corrosione galvanica generata dall'accoppiamento del CorTen con materiali nobili come lo zinco.
- È opportuno (esattamente come accade per le strutture in acciaio verniciato) evitare il ristagno d'acqua sulle parti metalliche.
- Quando l'acqua lava la superficie, l'acciaio rilascia ioni di ferro la cui precipitazione causa le macchie sulle superfici adiacenti. È quindi suggerito adottare idonee soluzioni al fine di minimizzare le macchie, per esempio predisponendo delle canaline per la raccolta dell'acqua di dilavamento.

Le strutture in acciaio CorTen richiedono inoltre gli stessi oneri di ispezione delle altre strutture in acciaio verniciato. Tali oneri, comunque fondamentali per verificare l'insorgere prematuro di rotture di tipo meccanico, servono anche per permettere periodicamente la pulizia delle zone sedi di trappole di corrosione.

Nella figura seguente è mostrata una trappola di corrosione in cui la formazione di uno strato permanente di terriccio sull'estradosso della piattabanda inferiore di una travata garantisce le temute condizioni di umidità costante.



Il confronto con l'acciaio verniciato

Una delle ipotesi fondamentali nello sviluppo di nuove soluzioni progettuali nel settore delle infrastrutture, e non solo, è la sostenibilità della costruzione; concetti di affidabilità della struttura, progettazione a vita utile, recupero del materiale a fine vita, utilizzo migliore del materiale e dell'energia, sono dei criteri conduttori per le scelte del progettista.

Di seguito vengono riportati alcuni elementi intrinsecamente posseduti dalle soluzioni CorTen per un uso sostenibile all'interno di infrastrutture stradali:

- Riduzione dei costi di costruzione finali rispetto alle soluzioni verniciate. Alcuni Autori sostengono che a fronte di un maggior costo della materia prima (circa 6 %) si risparmia infatti la verniciatura iniziale e il risparmio netto si aggirerebbe intorno al 9%.
- Riduzione di costi e tempi di manutenzione. Infatti all'economia sui costi di costruzione si deve sommare il risparmio dovuto ad ulteriori interventi di protezione superficiale dei quali, dopo circa 30 anni, un ponte in acciaio tradizionale avrebbe avuto sicuramente bisogno.
- Basso impatto ambientale dovuto all'assenza di operazioni di manutenzione sulle verniciature e dei relativi materiali di risulta.
- Ottimo inserimento ambientale dovuto all'esistenza dei diversi stadi di ossidazione dell'acciaio, ai quali corrispondono diverse tonalità di colore tutte perfettamente integrate con l'ambiente naturale italiano.
- Bassi costi di riciclo a fine vita utile.

Viste le considerazioni fin qui espresse, si ritiene anche interessante esaminare la questione inerente la eventuale protezione superficiale delle opere realizzate con acciai CorTen.

Mentre per gli acciai tradizionali l'unica opzione praticabile per impedire (o meglio, per ritardare) l'avanzare della corrosione resta quella di proteggere le superfici attraverso pitturazione, per gli acciai tipo CorTen, già naturalmente autoprotetti, un ulteriore rivestimento superficiale potrebbe essere pensato come una "riserva di sicurezza" nei confronti della corrosione. Forme di stillicidio e di accumulo di umidità, come quelle spesso riscontrate nei ponti stradali (mal progettati o mal costruiti), nel breve periodo causerebbero meno danni se si manifestassero su strutture metalliche tradizionali pitturate, visto che ad entrare in crisi sarebbe prima la protezione superficiale e solo successivamente il materiale sottostante. Inoltre, un palese degrado delle pitture costituirebbe probabilmente un importante "campanello di

allarme” nei confronti dello stato di salute della struttura, mentre, nel caso di strutture in CorTen non protetto, forme di degrado superficiale risultano di solito più difficili da percepire e sono, pertanto, più insidiose.

In merito ai vantaggi ottenibili dall'impiego di COR-TEN pitturato al posto di acciai tradizionali pitturati, ecco quanto è riportato nell'Appendice informativa C della EN 10025 - 5: “Under comparable conditions, the susceptibility to corrosion of steel with improved atmospheric corrosion resistance under painting is less than that for conventional structural steels”.

In realtà, l'argomento è controverso: a fronte dei dati storici reperibili in letteratura, che non sembrano enfatizzare i vantaggi nell'uso di CorTen pitturato rispetto al normale acciaio da costruzione pitturato, scegliere un materiale più costoso e sostanzialmente sviluppato per essere impiegato allo stato non protetto ed utilizzarlo nello stesso modo in cui si impiegano gli acciai tradizionali sembra una scelta contraddittoria. Infatti, vista l'analogia dei comportamenti meccanici degli acciai in questione, il sostanziale vantaggio nell'uso degli acciai CorTen sta proprio nella possibilità di non pitturare le superfici, ottenendo (in termini di tempi e di costi) sia un risparmio iniziale legato all'eliminazione delle fasi di pitturazione, sia un risparmio successivo legato all'assenza di manutenzione e riapplicazione delle pitture. Ed il vantaggio di non dover pitturare le strutture metalliche ed eseguire onerose manutenzioni ripaga ampiamente nel tempo i maggiori oneri diretti relativi all'acquisto del materiale base nonché i costi indiretti (sopra brevemente illustrati) legati alle maggiori cautele necessarie durante le fasi di saldatura.

Situazione differente, invece, è quella legata all'eventuale pitturazione di strutture in CorTen già esercite allo stato non protetto, eseguita a posteriori per contrastare gli effetti dell'esposizione di tale acciaio ad ambienti che nel tempo si siano rivelati non del tutto idonei ad esso o particolarmente aggressivi: in tali casi, per prolungare la vita delle strutture si può senz'altro ricorrere all'applicazione di cicli di pitturazione sostanzialmente simili a quelli previsti per gli acciai strutturali tradizionali.

Un'ultima considerazione deve essere infine effettuata sul tema delle strutture a cassone o delle arcate in acciaio CorTen pitturate solo nella parte interna. Questo tipo di soluzioni progettuali, ancorché ineccepibili dal punto di vista teorico, sono particolarmente insidiose, in quanto forniscono una percezione del grado di ammaloramento differente tra le parti esterne e le parti interne della struttura.