

Problemi esecutivi e le conseguenze di possibili errori - un esempio

Problemi di getto

1)

2)

Se (preziosa!) ci fossero i
cogniferi (del feno + superficiale!)
non c'è problema

me estensione di distenzioni

plastica $\alpha \approx 1000$

con ΔT si crea un distacco
e si ha una via all'acqua!

Parlerò solo di problemi esecutivi e delle conseguenze dei più probabili errori d'esecuzione e di concezione dei manufatti realizzati con armature elettrosaldate. Qui ci sono, o ci dovrebbero essere tutti i principali produttori italiani di predalles ed uno degli utilizzi delle armature elettrosaldate sono le nostre predalles: se il materiale impiegato per realizzare quei tralicci non è adeguato oppure se le macchine utilizzate per realizzare quelle saldature sono sregolate, oppure se, il progettista delle armature, dimentica il suo mestiere e cerca di saldare tra loro diametri troppo diversi l'un dall'altro, la saldatura o brucia il materiale o non si realizza e quando voi sollevate la vostra predalles, la predalles si sfascia. Oppure si sfascia la predalles quando si versa una secchia di calcestruzzo su quegli impalcanti che ci ha fatto vedere prima Molinari. Nell'ipotesi di carico di quegli impalcanti, non va, a mio avviso, considerato solo il carico uniformemente distribuito: va considerato anche il carico concentrato corrispondente al famoso «scarico della benna di calcestruzzo». Voi sapete che ci sono dei secchioni magari da 3 m³ di calcestruzzo questi secchioni arrivano su quegli impalcanti e c'è un «Giuseppe» che apre la benna. In diversi casi «Giuseppe» si è trovato qualche metro sotto l'im-

palcato dopo aver aperto la benna senza pensare. Quindi il discorso della benna e di «Giuseppe» è uno degli elementi fondamentali da considerare per questo tipo di soluzione. Voglio ricordare quindi di verificare bene gli schemi di carico e di diffidare degli schemi di carico «uniformemente distribuito». Non fidatevi troppo neppure degli schemi a trave continua perché basta che uno di quei puntelli sia un po' più basso degli altri, e saranno guai ... Possono succedere cose molto sgradevoli. Ricordate che quei carichi di cui parlavo, quei 3 m^3 di calcestruzzo, sono 7.500 chili che possono venire scaricati da quel famoso sciagurato in una zona che è 2 metri per 2. Se non si prendono provvedimenti di cantiere è molto difficile superare la fase transitoria. Le prime predalles le ho usate venti anni fa, quindi diciamo che ho «vissuto» fino in fondo il problema. Questo è vero in particolare per gli oggetti senza banchinaggio. Questi elementi oltre a dare un certo tipo di finitura (naturalmente non potete pretendere di avere per tutti la stessa freccia o la stessa monta se si pensa al precompresso, (perché anche di questo bisognerebbe parlare), non solo delle predalles tralicciate con la rete in vibrato normale) discutibile ma che in qualche caso va benissimo (box, edifici commerciali e in genere edifici che vengono controsoffittati) presentano un altro guaio: vengono calcolati da ingegneri, «fiduciosi» con quelle ipotesi di carico uniformemente distribuito. Mentre le predalles normali se hanno la loro brava serie di puntelli sotto, di fronte a quello scarico sciagurato, si adagiano sulla fila dei puntelli, e magari generando un bel sistema di crepe (che avete visto tutti!), quando andate su degli elementi cosiddetti autoportanti senza puntellazione alcuna, il problema si fa critico. Quindi bene ha fatto Molinari a insistere

sul discorso «transitorio». Se dovete realizzare quel genere di applicazioni dovete essere non seri, serissimi, ed avere un controllo totale e vero delle metodologie esecutive prevedere non quei 20 cm. di calcestruzzo, quei 500 chili m^2 , ma dovete prevedere lo scarico concentrato della benna più grande che c'è in cantiere (buttate via i bennoni!). Se la benna ha una certa capacità dovete pensare che questa benna venga scaricata tutta nello stesso punto, nella stessa area.

Questa è la prima considerazione. Abbiamo detto nel transitorio; trascuriamo il calcolo perché Molinari ci ha già spiegato tutto e veniamo ora al «dopo». Ho preparato un disegno e farò girare delle foto che vi prego di guardare, che rappresentano la situazione di un quartiere fuori Milano, il quartiere si chiama Gratosoglio. Poi ho delle diapositive che fanno vedere delle cose analoghe alle fotografie e che sono spiegate dal mio brutto disegno. La prima armatura elet-

Problemi di piega

Problemi di piega

Dove la piega "stugge" si ha l'effioramento nello spigolo (vd. dopo).

Problemi della piega rete!
(rinnovamento e punti di attacco raddoppiare!)

«matteola» della piega rete.

Deti i piccoli elementi cioè il grosso problema delle corrosione (la spessore corrosione \times anno è indip. dal ϕ e quindi..... hanno 5-10 anni per zone a $\frac{1}{2}$ un $\phi 6$!).

trosaldato è una rete, quindi parliamo prima di reti. Di solito voi sotto avete un cassero e sopra posate la vostra rete, e poi? Poi versate il calcestruzzo. Ecco state attenti che questa banale operazione può portare a delle grane serie. Le foto che girano o le diapositive che proiettano ne sono un esempio.

Cosa può succedere?

C'è l'inerte grosso, (grosso si fa per dire, grosso vuol dire qualche mm.), e l'inerte fino. Se avete messo tanta acqua siete nella situazione A. È vero che i sassolini, se non c'è il copriferro adeguato, (questo è il problema reale!), vengono trattenuti all'altezza della rete, poi ci rimane una bolla d'aria, o un sistema d'aria di discontinuità, ma la pastina di solito in qualche modo arriva contro il cassero. Bene, quando siete in queste condizioni, quando la vostra predalles o pannello, sono nuovi, il vostro elemento sembra perfetto, ma se voi avete l'accortezza di usare un po' di candeggina, un liquido penetrante dovrei dire, (anche l'acqua va già bene), voi vedrete immediatamente la predalles o il pannello maculato da un sistema di bolle connesso all'ombra della rete, che compare in superficie. Maculato però, questa non è la classica «ombra» della rete che si vede in tutti i pannelli con la rete in superficie è quello che - vedrete di lì a qualche anno quando la pastina se ne è andata.

C'è anche una situazione peggiore che è quella della foto ed è quando la pastina non c'è, il getto non è vibrato. Nell'esempio della fotografia c'erano delle piastrelline. (È un quartiere di 2.000 appartamenti a grandi pannelli alla periferia di Milano). Siccome le piastrelline, se vibrano vanno a spasso, quel genere di oggetto non si poteva vibrare. E cosa succede se non si vibra? Il calcestruzzo non segrega assolutamente, ma rimangono

dei veri e propri buchi e voi immediatamente, con un minimo di buona volontà, potete pensare cosa fa l'acqua in facciate in zona dove gela (nel nord Italia gela). E questo vuol dire che tutti questi rivestimenti «saltano» nei modi che voi vedete. Avrete così una meravigliosa armatura esposta all'atmosfera con le conseguenze che potete vedere ed immaginare. Nella foto si vede una armatura non strutturale; è un'armatura messa lì per «tenere insieme» le piastrelline e calcestruzzo ed è stata proprio l'armatura ad uccidere, a far distaccare le piastrelline e sta uccidendo il calcestruzzo. Andiamo avanti, c'è la situazione C. Qui non avete delle piastrelline, è il normale pannello di tamponamento e voi l'avete ben vibrato. Cosa vuol dire? Vuol dire che avete (se non c'è copriferro sufficiente evidentemente!), la pastina in superficie (ed è la situazione che vedete andando in giro sull'autostrada per i pannelli di tamponamento industriale in cui quando piove o appena c'è una variazione di umidità nell'atmosfera, compare inesorabilmente la rete come lo spettro di Banco). Però le cose non vanno male perché tutto sommato lì avete solo una variazione di permeabilità (che è quella che vedete non la rete). Se voi prendete punta e scalpello troverete che magari avete i copriferri di 1 cm., 1 cm. e mezzo. Vi devo dire che copriferri di questo genere, con buona pace delle normative, sono già dei buoni, degli ottimi copriferri nelle strutture fatte in Italia. Qui va fatto un appunto generale: a chi? a tutti quanti, ma soprattutto a chi ha steso la normativa, per un lapsus strano: parliamo di copriferro dei ferri principali. Questo ha generato nella gente la convinzione che gli altri ferri possono non avere copriferro. Naturalmente è una dizione faziosa, assurda, però così è scritto e questo è quello che dice la gente. Quindi

voi avete delle armature praticamente in superficie, quindi quel centimetro è cosa abbastanza normale. Se ci fossero i copriferri, nulla accadrebbe! (copriferro vuol dire copriferro del ferro più superficiale evidentemente perché se avete un ferro in superficie si scatena il famoso effetto «trinciapolli»), vale a dire quel ferro parte arrugginendosi, quella corrosione segue quel ferro e vi apre il calcestruzzo come fosse appunto un trinciapolli). State però attenti che per garantire quel copriferro voi dovete mettere dei distanziali. Questi distanziali, una volta, erano in cemento. Ricordo che negli anni '60 una delle attività a cui si faceva fare al solito omino che si era fatto male 10 anni prima e quindi non poteva più fare lavori pesanti, era la produzione dei distanziali, facevamo i distanziali in cemento con dentro un filino di ferro possibilmente zincato. Era una attività che c'era in tutti i cantieri di prefabbricazione. Poi sono arrivati i nostri amici della plastica e mettono una plastica meravigliosa, una ranellina. Attenti, è vero che avete il distanziale però dovete anche sapere che quando varia la temperatura i corpi si slungano o si accorciano. Tutti sappiamo che il calcestruzzo e il ferro hanno pressappoco un coefficiente di dilatazione lineare tra 10 e 12 x 10⁻⁶. Quello che voi forse non sapete è che le cosiddette plastiche soprattutto quelle di poco pregio, con cui sono fatti i distanziali hanno coefficiente di 1000! Vuoi dire che quando c'è una variazione di pochi gradi si crea una vera e propria fessura. Vedete, è quello che ho segnato in rosso e da questo buco entrano anche i ranocchi, non solo le piogge acide!. Se voi fate attenzione guardate la superficie di un pannello o di una predalles esposta all'atmosfera, vedete la plastica e se osservate con una lente, oppure se bagnate con un po' di candeggina come Vi suggerivo

prima, voi vedrete che in realtà la vostra armatura è in diretto contatto con l'atmosfera con dei buchi dell'ordine del decimo di mm. «buchi» cioè enormi dal nostro punto di vista, e quindi avrete sì realizzato un copriferro ma avete creato anche delle vie d'attacco importanti che, attenzione, non si sigillano come le cosiddette fessure a trazione nel calcestruzzo (tutti vi avranno spiegato che se il calcestruzzo va a trazione, vengono le crepe ma poi, per fortuna, si sigillano perché il finissimo che c'è nel cemento dà una mano a sigillare le fessure più piccole).

Ma queste no, perché quella plastica continua a muoversi e quindi continua, quando varia la temperatura a riaprirvi la crepa.

Un altro problema: le reti si usano per fare le armature dei pilastri, è tipico, o le armature di pezzi sagomati, o i bordi dei pannelli. Bene, state attenti che c'è una cosa, una macchina che si chiama «piegarete». La piegarete funziona con dei martelletti.

Questi martelletti fanno sì modo che la piega non possa avvenire sul «bacchetto» quindi quando il progettista vi segna sullo spigolo il bacchetto dice una grossa bugia. Tra il bacchetto e lo spigolo c'è la dimensione del martelletto.

Deve esistere un raggio minimo di piegatura sia perché la macchina è fatta così, sia perché se così non fosse snervereste gli acciai, e salterebbero le saldature. Cosa si fa di solito? La piega viene male e allora il vostro «Giuseppe», quello di prima, della benna, sale sulla rete e gli dà una bella pestata. A questo punto non ci sono affioramenti, voi vi trovate un pezzo fatto meglio..., e vi trovate l'angolo snervato oppure rotto, perché quando fate una piega a raggio di curvatura zero, chiaramente avete snervato il vostro materiale qualunque siano le caratteristiche del materiale stesso. Ancora un altro problema: il problema del-

la pidocchieria. Le reti o le armature elettrosaldate sono fatte di solito con piccoli diametri, (e qui la colpa a monte è degli ingegneri i quali vi hanno detto: «È meglio avere tanti piccoli diametri che dei grossi diametri»). È meglio a che fine? È meglio come distribuzione di sforzi è evidente, ma non è sicuramente meglio come durabilità!). Dati i piccoli diametri, dato il fatto che non ci sono i copriferri, dato che in qualche caso l'avete visto prima il ferro è in superficie, c'è per le reti e in generale per le armature elettrosaldate, il grosso problema della corrosione. Perché? Perché lo spessore corrosivo per anno è una costante. Voi perdetevi 50 micron o 100 micron, sia che la bacchetta sia diametro 20 mm. sia che la bacchetta sia diametro 7 mm., e ovvio che il piccolo diametro «muore» in tempi brevissimi anche non considerando lo scorrimento dell'armatura che segue allo «spalling». Bene, quando voi affidate una funzione strutturale alla rete, dovete tenere ben presente questo fatto: il piccolo diametro muore rapidamente. Per darvi dei numeri nell'atmosfera milanese, in 5-10 anni diametro 7 si riduce a diametro 5 virgola qualcosa, cioè la sezione si riduce a metà. Questo è molto importante, perché sono moltissimi i manufatti in cui la modesta funzione strutturale è affidata alle reti.

Non parliamo poi delle reti che si usavano diciamo pure, ai miei tempi, cioè quelle realizzate con diametro 3, (diametro 2,5 per gli amici!), oppure ancora adesso dei tralicci realizzati con la greca che collega il ferro sopra e sotto, in un bel diametro 3,4. Tutte le volte che voi scendete coi diametri sotto, il diametro 8, (io direi un diametro 10 ma sono di parte), dovete essere ben sicuri che la fase tecnologica, (il come è stato prodotto il manufatto), non comporti il rischio di fessurazione, perdita di copriferro e quindi possibilità di corro-

sione. La corrosione nasce da dei fenomeni evidenti, di carbonatazione e di attacco dell'ambiente. Vediamolo subito. Ho cercato di farvi un diagrammino bonario. Si dice che la profondità carbonatata, cioè la zona dove può avvenire l'attacco in sostanza, è funzione della radice quadrata del tempo per un certo signor K. Il discorso è complicatissimo, lo sappiamo tutti, comunque quel K a parità di tutto il resto, a parità del tipo di cemento, a parità di vibrazione, a parità di età del betonierista ecc. è in funzione della classe di resistenza del vostro calcestruzzo (in realtà della compattezza!). Fino a che lo spessore carbonatato è inferiore al copriferro, voi non dovrete temere niente, perché il calcestruzzo carbonatato è più bello, più resistente ecc., ma quando lo spessore carbonatato arriva all'armatura, l'armatura comincia a morire. Bene, quindi il parametro che si assume nella vita di una struttura, è *quanto tempo ci vuole perché il ferro sia aggredito*. Di lì in poi dipende. In altri tempi, la regione Lombardia, aveva finanziato una ricerca per vedere se e quanto, l'inquinamento dell'atmosfera influisse quel fenomeno.

Abbiamo così verificato circa 300 strutture. La situazione verificata è risultata molto grave anche perché la classe del calcestruzzo non è quella dichiarata dal signor progettista, la classe del calcestruzzo prodotto dall'impresa sul cantiere è un sano calcestruzzo «150» come valore medio, la classe del prefabbricato è fra 250 e (nelle grandi occasioni!) 300, dimenticando certi particolarissimi oggetti, estrusi o cose analoghe, fatte con tecnologie che impongono calcestruzzo ad alta resistenza *per la fase tecnologica*. In questa ipotesi un copriferro da 1 cm.

equivale ad una protezione «infinita» per il classe 500 o 450. Se leggiamo la classe vera, (quel 25!) noi vediamo che do-

po 7 anni il ferro viene attaccato nell'ipotesi che il copriferro sia di 1 cm. Se ho un calcestruzzo da cantiere, con diciamo classe 200, dopo 5 anni pressappoco ho uno spessore carbonatato di 1,7, 1,8 cm. Uno può dire: «Ma i miei copriferri sono 3 cm». Bene, se fate una predalles da 4 cm., che è cosa normale, e dite così, siete dei bugiardi: se mettete un traliccio da 6-7 mm. rivestito superiormente almeno da 1 cm. di calcestruzzo, (se no è un traliccio nudo viene via, vi si sfascia la predalles allo sforno), se poi mettete una rete, una rete il minimo è un diametro 4 (oggi 5!) nelle due direzioni, quindi 1 + 1 + 1 fa 3 cm!. Quindi il copriferro, quello vero, (distanza dal bordo del ferro dalla superficie), che voi avete in una predalles da 4 cm., se non dite le bugie, è 1 cm. E per quello che ho scritto 1. Notate che siete a posto con le norme italiane che per solai, ecc., parlano di 8 mm., quindi non siete dei fuorigesce, dei banditi, siete dei perfetti sudditi italiani. Bene, quel centimetro vuol dire che il vostro elemento ha il ferro in zona critica dopo 5 o 7 anni. Questo vuol dire che tutte le strutture che hanno più di 10 anni in Italia, sono in fase di attacco da corrosione. Questo purtroppo è vero, e si rileva facilmente. C'è di peggio: la ruggine ha un volume specifico sette volte e mezza il volume del ferro, vuol dire che il vostro tondino ingrassa, variare una sezione da 1 a 7 vuol dire che nel copriferro si generano delle tensioni fortissime, quindi nel copriferro dopo 3-4 anni da che il ferro comincia ad arrugginire, si forma una crepa. Quindi quando le vostre strutture hanno 12-13 anni, non solo sono in condizioni di attacco dall'atmosfera, ma si hanno delle fessurazioni per cui tra l'altro quei ferri sono anche normalmente *male ancorati*.

Quindi il problema di quello che succede alle vostre strutture se non c'è copriferro e se in più

c'è piccolo diametro, e veramente pesante. Cosa si può fare allora? Io dico, trattate le reti, trattate i tralicci come trattereste una normale armatura, quindi date il copriferro. Questo vuol dire però fare le predalles almeno da 5 cm C'è stato molto malumore per il D.M. sui prefabbricati che diceva: «I 4 cm. sono serie controllata». La ragione era questa: se non c'è copriferro o fate qualche strana invenzione (e si può fare!, ci sono interdittori di corrosione, ecc.) oppure voi i «4 cm». non dovete farli. Il maggior spessore inoltre (la predalles da 5 o 6 cm. anziché 4), vi sistema il problema del fuoco, vi dà una situazione diciamo molto migliore in termini cantieristici (quando il famoso «Giuseppe» apre la benna localmente avrete una diffusione migliore!). Un'ultima osservazione: le armature elettrosaldate hanno un pregio enorme nel prefabbricato (ma non solo nel prefabbricato!), sono un supporto meraviglioso. Vale a dire: se voi avete delle grosse armature, solo con delle reti di supporto potete sperare di ben posizionare i ferri, disporre i piegati, ecc. Se voi avete un'idea da un punto di vista cantieristico quanto costi maneggiare il ferro, muovere il ferro, vi renderete conto che il costo della rete, è ampiamente giustificato e mi meraviglia che i produttori di rete non spieghino queste cose. Si vede forse che sui cantieri ci vanno pochino. Voi sapete che oramai il costo di un oggetto si misura non in chili di ferro ma in ore uomo, perché l'ora uomo adesso costa 32.000 lire e il ferro costa niente 500-600 lire, te lo regalano quasi. Quindi a un certo punto l'importante è vedere, questo genere di oggetti come dei supporti per portare a spasso le armature «strutturali». Come ho detto l'uso delle armature elettrosaldate ha senso se mettete i distanziali in cemento, se realizzate i copriferri ecc. A questo punto una obiezione che mi aspetto è: «Sì,

io produco male, ma dopo lo proteggerò con spessori e vernici («le croste»)).».

Adesso vi farò vedere cosa succede con le «croste» (malte epossidiche o altro). Ricordatevi quando combinate materiali diversi, che ogni materiale non è caratterizzato solo dai parametri meccanici, vale a dire quanto regge a trazione, a compressione, ecc. ma anche da parametri chiamiamoli di fisica tecnica (per parlare da povero ingegnere). Vale a dire se voi avete un coefficiente di dilatazione lineare di 1000 com'è spesso per i polimeri invece di 10 com'è per il calcestruzzo, le sollecitazioni che dovrebbero passare su quello strato di contatto tra «crosta» e calcestruzzo sono infinite, e quindi cosa succede? Il calcestruzzo non ce la fa più e si stacca 1 mm dalla crosta (la colpa quindi è nel calcestruzzo non delle croste!). Questo è ad esempio un frammento di una malta epossidica da me raccolto nel quartiere Gratosoglio di Milano, dove cadono dei pezzi da 3/4 chili l'uno perché per migliorare le riprese di getto sull'esterno erano state disposte strisce di malte epossidiche che ora costituiscono delle meravigliose vie di entrata d'acqua (che ha distrutto il ferro, il calcestruzzo e tutto il resto).

Quindi, per favore, lasciate le invenzioni agli inventori.