

MECCANISMI DI COLLASSO NELLE STRUTTURE IN C.A.

Proff. Flora Faleschini,
Mariano Angelo Zanini
Dipartimento Ingegneria
Civile, Edile e Ambientale
VMSSE 2023/2024



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

DISSESTO STRUTTURALE

Le strutture in calcestruzzo armato possono essere soggette a situazioni di dissesto strutturale **non direttamente connesse a problematiche di durabilità o conseguenti ad eventi accidentali, sisma, incendi, etc.**

Tali fenomeni si manifestano sotto forma di:

- **quadri fessurativi;**
- **deformazione** degli elementi strutturali portanti e non portanti;
- **schacciamento** del calcestruzzo;
- **svergolamento** delle barre d'armatura;
- **crolli locali** delle strutture portanti e di quelle accessorie.

L'analisi dei fenomeni di dissesto, della loro causa e della loro potenziale evoluzione è un compito complesso, che richiede l'impiego di tecnici esperti e competenti. L'obiettivo di tali analisi deve essere quello di eliminare/ridurre le carenze intrinseche della struttura al fine di migliorarne sia la risposta locale che globale nei confronti delle sollecitazioni statiche e dinamiche imposte.

DISSESTO STRUTTURALE

Causato da:

- cedimenti fondazionali:
 - a. tamponamenti;
 - b. travi;
 - c. pilastri;
 - d. tramezzi;
 - e. pavimenti;
- sollecitazioni flettenti e taglianti:
 - a. travi;
 - b. solai;
 - c. scale;
- sollecitazioni di compressione:
 - a. setti;
 - b. pilastri;
- per azioni dinamiche:
 - a. tamponamenti;
 - b. fondazioni;
 - c. travi;
 - d. pilastri;
 - e. scale.

CEDIMENTI FONDAZIONALI

I cedimenti delle fondazioni superficiali sono causati da **spostamenti verticali del piano di posa**, e sono causati dalle deformazioni del suolo sottostante. Tale deformazione avviene **a causa** di un'alterazione dello stato tensionale del terreno che è dovuto a:

- **carico trasmesso dalla stessa fondazione o da fondazioni circostanti;**
- **scavi** effettuati nelle vicinanze;
- variazione delle pressioni interstiziali causate ad esempio da una **variazione del livello di falda** (es. prelievo da un pozzo).
- **Spinte** prodotte dalla costruzione non uniformemente sul terreno, **distribuite sui punti di appoggio** dell'edificio;
- Scelta **inadeguata della tipologia di fondazione** dovuta ad una errata o mancante analisi stratigrafica del terreno nella fase progettuale;
- **Variazioni climatiche** che possono variare la qualità del terreno;
- **Errori progettuali** nel dimensionamento dei plinti.

CEDIMENTI FONDAZIONALI

I cedimenti delle fondazioni superficiali si possono manifestare con spostamenti verticali, orizzontali o inclinati del piano di posa. Gli **effetti** che ne possono conseguire sono:

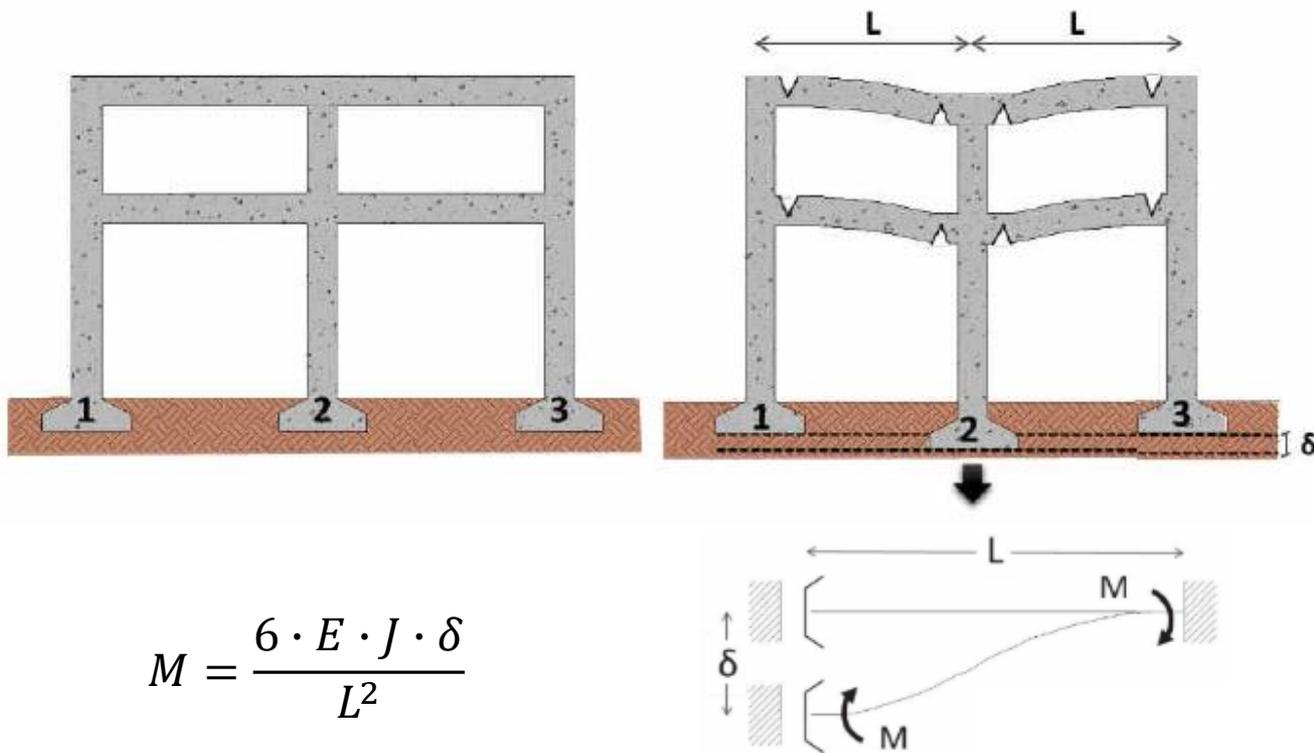
- Lesioni flessionali e taglienti sulle travi;
- Lesioni sulle tamponature;
- Fenomeni di schiacciamento con espulsione di calcestruzzo e svergolamento delle barre d'acciaio.

Il quadro fessurativo evidente, caratteristico di questa tipologia di dissesto, non necessita particolari **indagini diagnostiche**, in quanto un esame visivo ne permette direttamente l'individuazione.

Il caso specifico dei **cedimenti differenziali** avviene quando vi siano spostamenti verticali differenti fra porzioni dello stesso elemento strutturale o fra elementi diversi della struttura. Si ha principalmente in strutture con **fondazioni a plinti isolati**, soprattutto quando privi di travi-cordolo di collegamento.

CEDIMENTI FONDAZIONALI

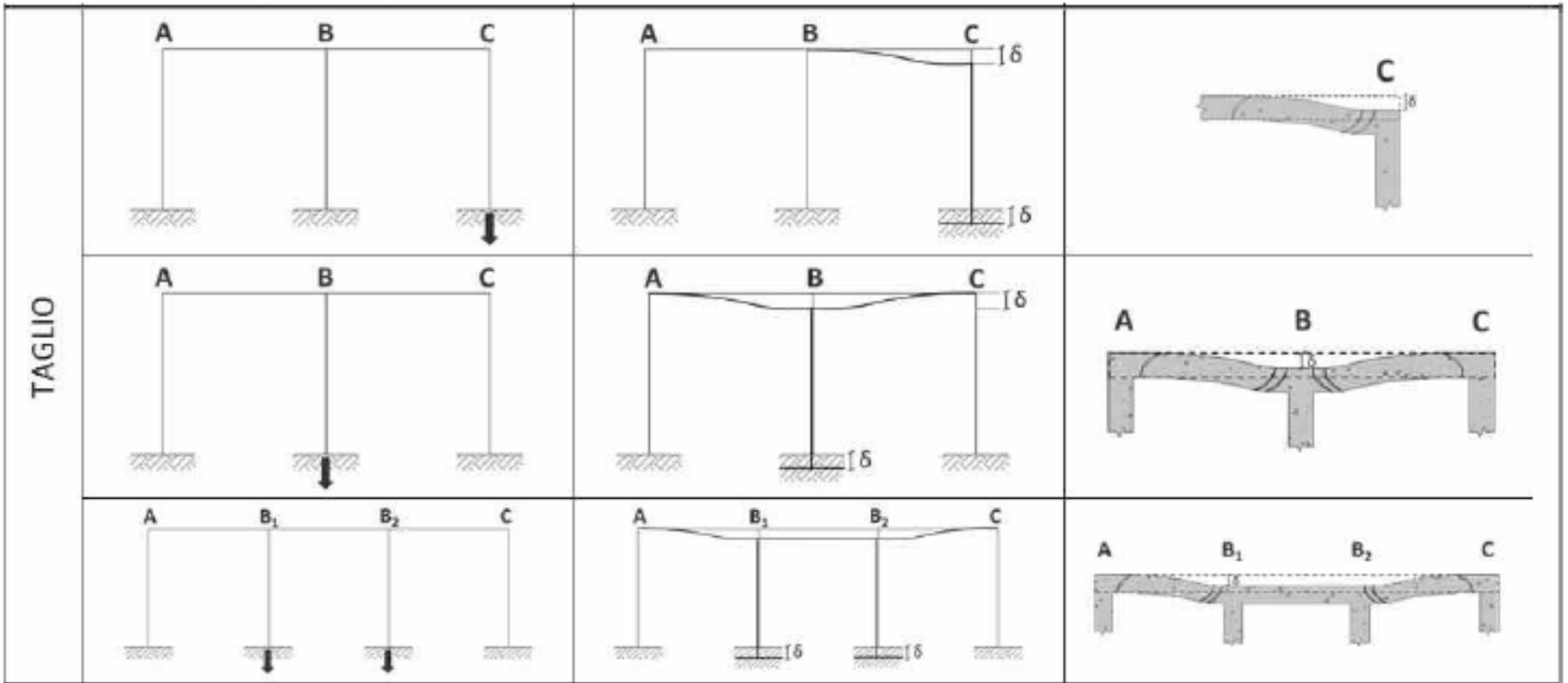
Cedimenti differenziali in struttura con plinti isolati:
Cedimento del plinto centrale con abbassamento δ



CEDIMENTI FONDAZIONALI

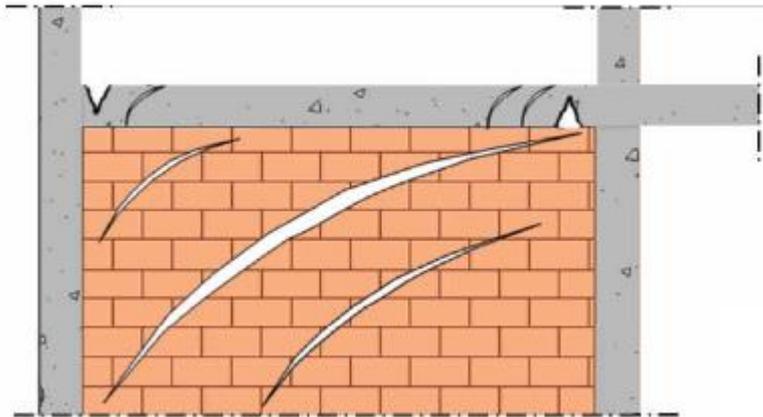
	Schematizzazione	Deformata	Fessurazione
FLESSIONE			

CEDIMENTI FONDAZIONALI



CEDIMENTI FONDAZIONALI

Quadro fessurativo sui tamponamenti:

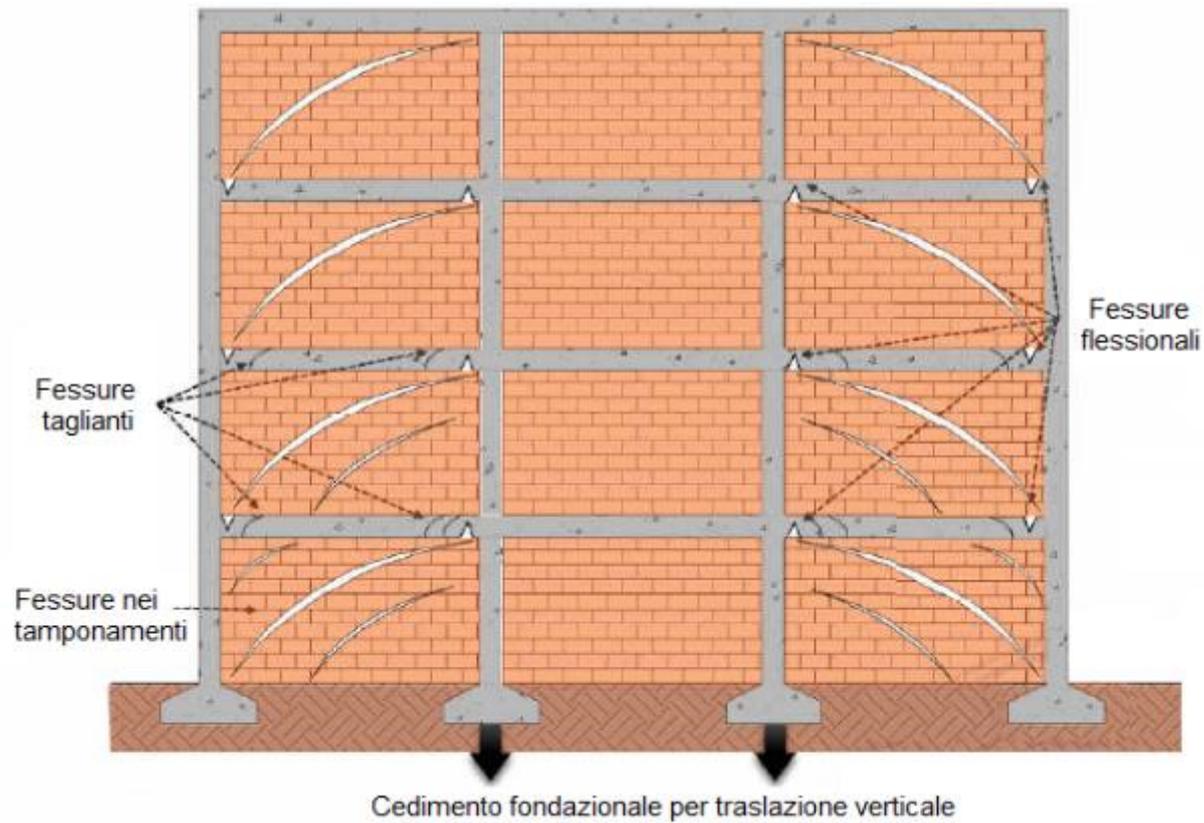


Oltre alle travi, anche i tamponamenti sono interessati dagli effetti dei cedimenti fondazionali. Si formano fessure **inclinate a 45° verso il pilastro** soggetto a maggiore cedimento, in direzione perpendicolare allo sforzo di trazione subito dalla diagonale del tamponamento sottoposta al maggior allungamento, tendendo a inclinarsi verso la zona che sta cedendo.

Tali lesioni si presentano in modo **più accentuato ai piani inferiori**.

CEDIMENTI FONDAZIONALI

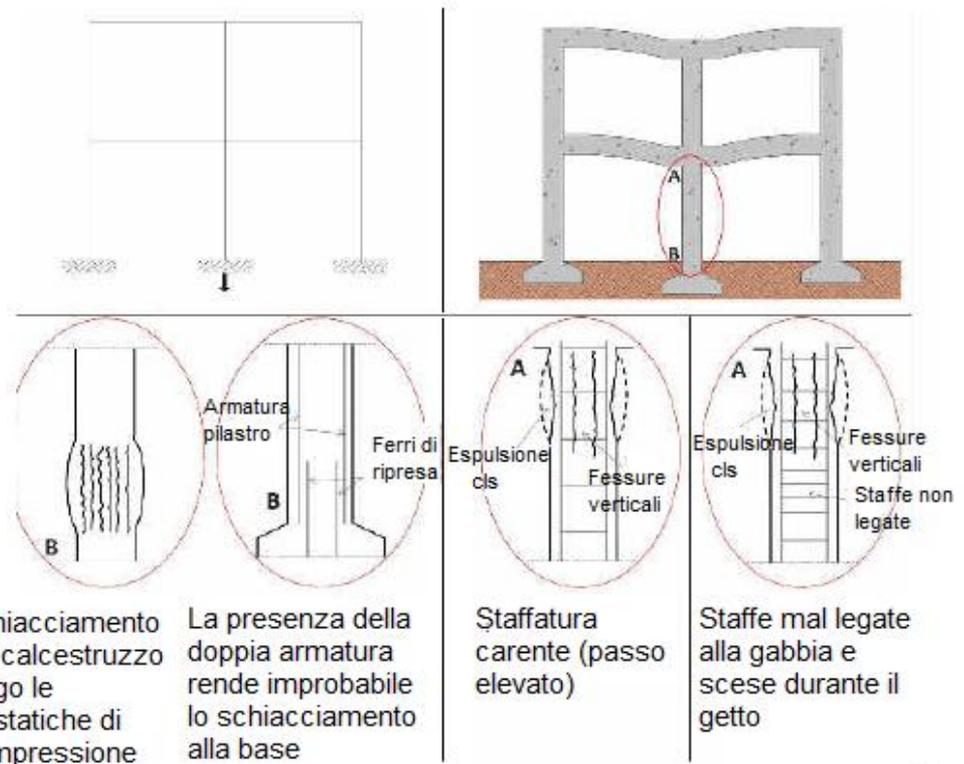
Quadro fessurativo del telaio tamponato:



CEDIMENTI FONDAZIONALI

Quadro fessurativo sui pilastri:

I pilastri possono essere influenzati tramite un fenomeno di **schacciamento**. Questo fenomeno dovrebbe manifestarsi principalmente **alla base del pilastro stesso**, per l'incremento di carico (e tensioni di compressione) dovuta al peso proprio del pilastro stesso. In realtà spesso, durante il getto, le staffe non sono adeguatamente fissate alla gabbia, e dunque tendono a scivolare verso il basso, riducendo l'effetto di confinamento alla **testa del pilastro**, dove si concentra quindi il fenomeno di schacciamento.



Schacciamento del calcestruzzo lungo le isostatiche di compressione

La presenza della doppia armatura rende improbabile lo schacciamento alla base

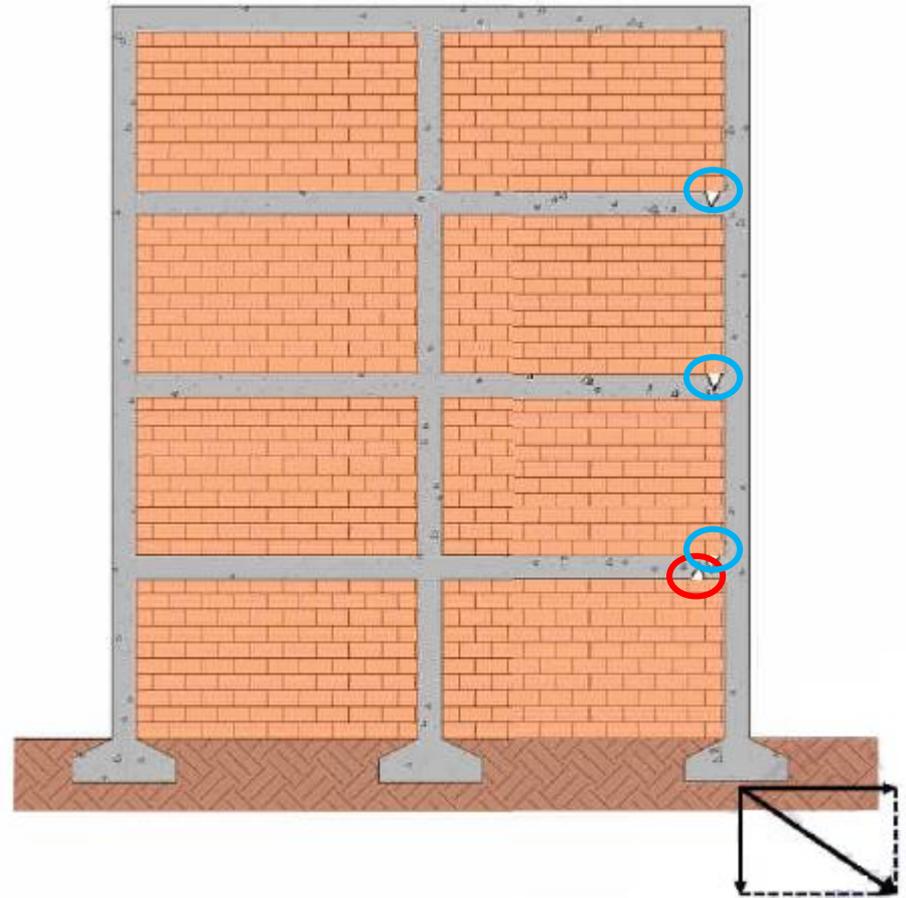
Staffatura carente (passo elevato)

Staffe mal legate alla gabbia e scese durante il getto

CEDIMENTI FONDAZIONALI

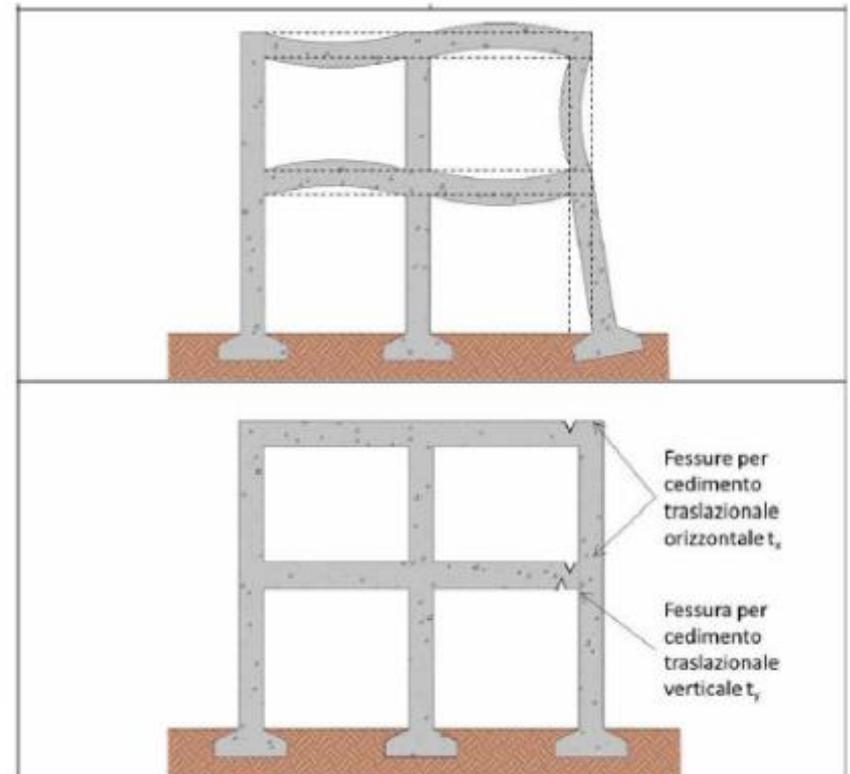
Cedimenti inclinati:

Sono dovuti a moti franosi del terreno, ed inducono nelle fondazioni sia traslazioni verticali che orizzontali. Generalmente, si avvertono in serie prima gli effetti del moto **verticale** δ_y e poi di quello **orizzontale** δ_x .



CEDIMENTI FONDAZIONALI

Cedimenti inclinati:



CEDIMENTI FONDAZIONALI



CEDIMENTI FONDAZIONALI

Cede il terreno, sprofonda il garage Evacuato condominio di 12 famiglie

L'allarme alle 20 in via Cardinale Bessarione quando un'auto si è inabissata. Diverse le ipotesi

Carlo Bellotto
e Edoardo Fioretta

Cedimento strutturale per un edificio di via Cardinale Bessarione 12, in zona ponte 4 Martiri. Il terreno è sprofondato e c'è il sospetto che le fondamenta possano essere abbassate. L'edificio è stato dichiarato inagibile e 12 famiglie residenti sono state evacuate e costrette a passare la notte fuori.

L'allarme è scattato ieri sera verso le 20. L'automobile di un residente è improvvisamente sprofondata per diverse decine di centimetri all'interno del garage al piano terra dell'edificio.



Il dettaglio della vettura sprofondata

LA LANCIA VA SOTTO TERRA

Nessun boato, nessun rumore sordo. Un residente era impegnato a fare dei lavori in un garage ed è stato richiamato in casa dalla moglie. Quando è tornato nel box, l'automobile, una vecchia Lancia Misa era sprofondata, in alcuni punti anche di mezzo metro. L'uomo ha riferito ai vigili del fuoco che da qualche tempo aveva sentito che il pavimento del garage, camminandoci sopra, sembrava vuoto. Ma non ci

aveva fatto troppo caso. E invece il terreno si era abbassato sensibilmente. Diverse le ipotesi sulle cause: forse un problema di falda che con questa siccità potrebbe essersi ritirata. Meno probabile quella di una infiltrazione d'acqua. Inizialmente c'era chi sospettava che si potesse trattare di una infiltrazione dal vicino Bacchiglione, una circostanza poi però esclusa. In tutti i garage ci sono delle crepe sul pavimento quindi la "bolla" che si sarebbe creata potrebbe essere di

vaste proporzioni. Una situazione ritenuta quindi preoccupante.

IL PERICOLO DI UNA TRAVE SOSPESA

Un vigile del fuoco ha spiegato ai residenti che il rischio è che il terreno sia sprofondato anche sotto le fondamenta. Una eventualità che minerebbe la stabilità dell'intero condominio. Una verifica verrà fatta questa mattina con l'intervento di una squadra di tecnici specializzati con l'amministratore di condominio. Se ver-

rà accertato che le fondamenta non sono a rischio bisognerà comunque procedere con un rinforzo di cemento nei tratti dove il terreno è sprofondato. Un intervento che si presume non essere veloce. Anche perché qualcuno si dovrà prendere la responsabilità di dichiarare l'agibilità della struttura.

DODICI FAMIGLIE EVACUATE

Sono 12 le famiglie residenti che ieri sera hanno dovuto trovare un posto dove passare la notte. Il caso più preoccupante è stato quello di una signora anziana dell'ultimo piano, allertata che è stata portata all'Asl. Oggi con due turni i pompieri aiuteranno i residenti a recuperare gli oggetti lasciati in casa. Tutte le famiglie hanno trovato ospitalità da parenti e amici, solo una è stata aiutata a trovare una soluzione dell'amministratore. «Oggi interviene l'ufficio di Edilizia Privata del Comune che dichiarerà l'inagibilità della palazzina fino a nuovo ordine», sottolinea il vicesindaco Andrea Micalizzi. Seguiremo la questione con attenzione anche se il palazzo è privo di.—

Paura al Bassanello

IL SINDACO
«Fare
per fa
tutto

Anche il sindaco è arrivato, ma sono fatto tutto il più rapidi, per tuazione alla aggiunto. Da che abitavano del co Guizza, tutti soluzioni per te una. «C'è un piano c alletrata, e un'ambulanz portata in u poraneo per cissato. Intor un'ambulanz verde è arri



I RESIDENTI

Soccorso
un'anziana
bloccata a letto

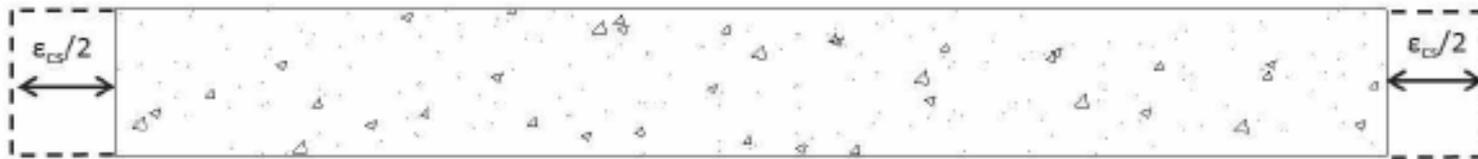
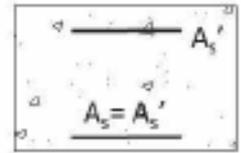
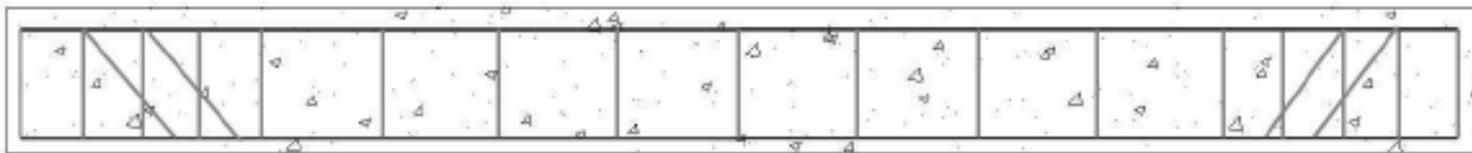
A destra, nella foto grande, il momento del pavimento del garage e l'auto sprofondata. Nella foto a sinistra i residenti sfollati mentre i vigili del fuoco spiegano loro la situazione. Sopra, l'ambulanza per la signora allertata che verrà portata nella Rsa. Sotto, il sindaco Sergio Guadiani arrivato sul posto appena saputo dell'accaduto. (Foto: Agenzia Venezia)



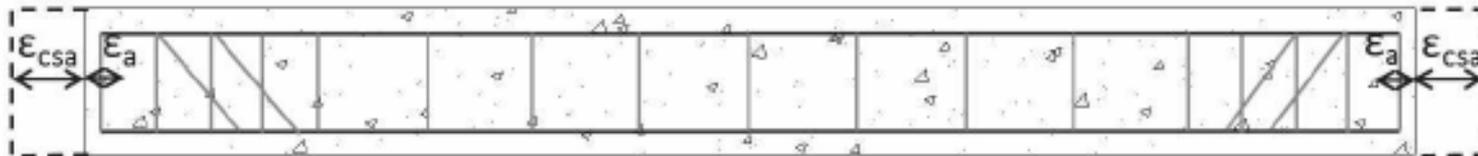
FESSURE DA RITIRO

- La fessurazione da ritiro nasce a causa dell'impedimento alla contrazione da ritiro idraulico, cui sono soggetti **tutti** i materiali a base cementizia.
- In fase **progettuale** si possono adottare opportuni accorgimenti al fine **di limitare la comparsa di lesioni da ritiro**.
- Inoltre è un fenomeno che può essere **amplificato dalla concorrenza di azioni orizzontali esterne**, es. sisma.
- Quando? Il quadro fessurativo può manifestarsi **fin dai primi mesi** dalla realizzazione dell'opera, e la sua velocità dipende dall'ammontare della superficie esposta.

FESSEURE DA RITIRO



ϵ_{cs} = ritiro
idraulico «libero»
del calcestruzzo



Ritiro della trave in presenza di armatura:

$$\epsilon_{csa} = \epsilon_{cs} - \epsilon_a$$

Il calcestruzzo si trova dunque soggetto ad uno **stato tensionale di trazione** per effetto di:

$$\epsilon_a = \epsilon_{cs} - \epsilon_{csa}$$

FESSURE DA RITIRO

Quanto grande è questa sollecitazione? → generalmente comparabile, per strutture esistenti con elevato a/c , alla resistenza a trazione di progetto.

Si possono ricreare due situazioni:

1. Lo stato tensionale è **maggiore della resistenza a trazione del conglomerato**: l'andamento delle fessure da ritiro in una trave è prevalentemente verticale e si presenta con ampiezza costante lungo tutta l'altezza della trave;
2. Lo stato tensionale è **prossimo (ma inferiore) al valore della resistenza a trazione del calcestruzzo**: non vi è fessurazione.

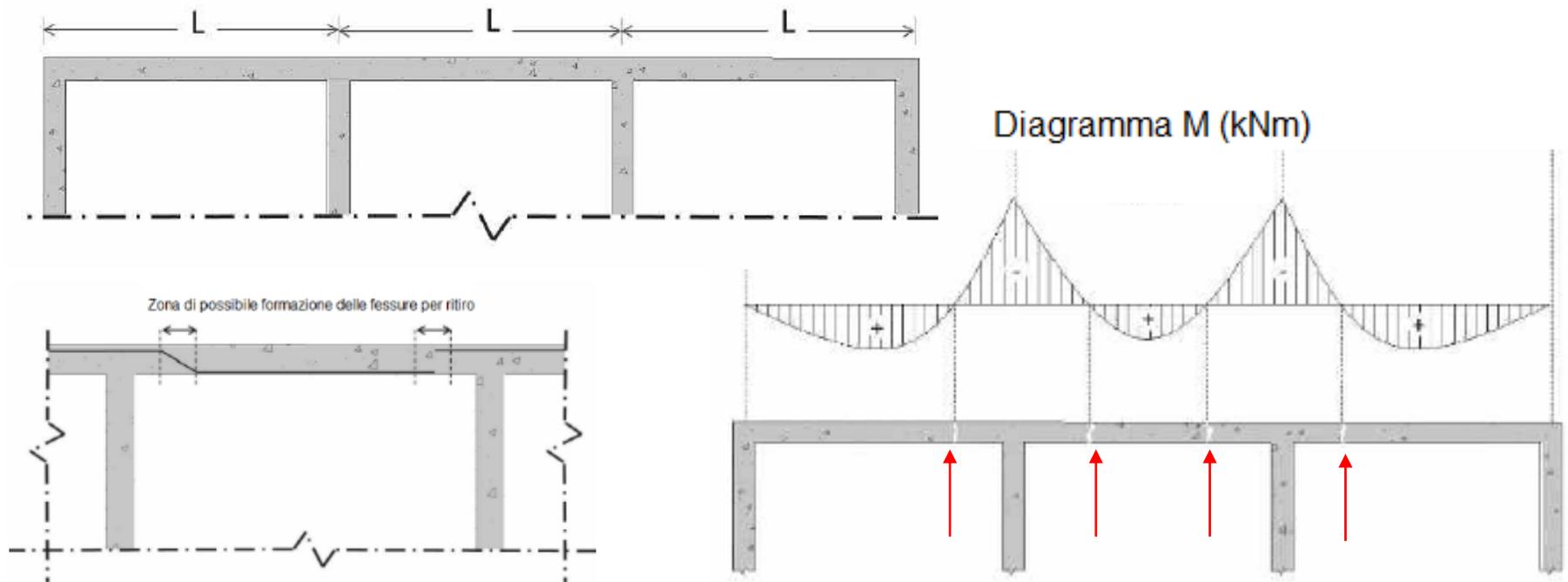
Le fessure da ritiro igrometrico presentano **ampiezze modeste**, generalmente $< 0.2 - 0.3$ mm. Generalmente compaiono negli elementi caratterizzati da un **elevato rapporto superficie/volume**.

Pavimenti e solette: il quadro fessurativo è caotico, e può determinare effetti molto severi soprattutto se in combinazioni con cicli gelo-disgelo, portando alla completa disgregazione del calcestruzzo.

Travi: l'andamento è **perpendicolare rispetto all'asse di sviluppo** della trave stessa.

FESSURE DA RITIRO

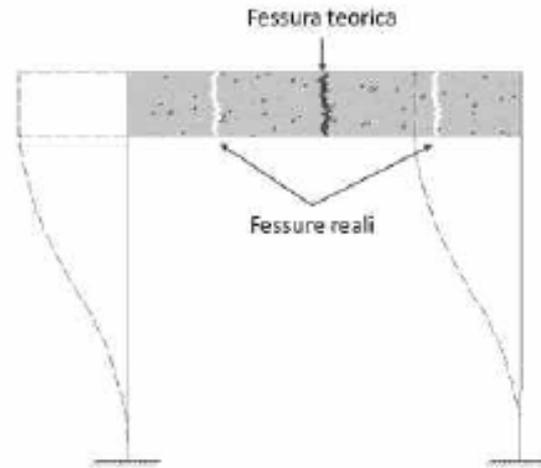
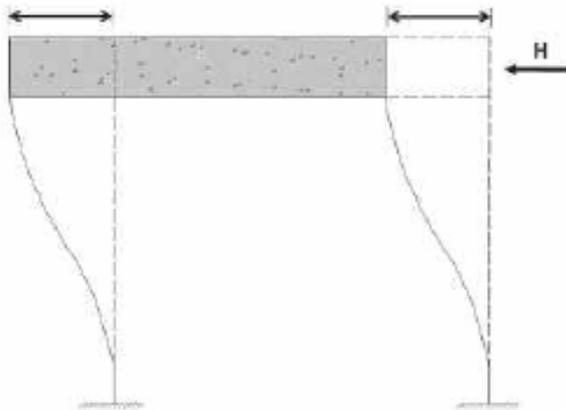
Nelle travi si presentano nelle **campate intermedie**, nelle zone con una **quantità minore d'armatura**, dove si ha una inversione del digramma dei momenti flettenti derivanti dai carichi verticali. Pertanto, la zona con maggiore probabilità di fessurazione è rappresentata dalle sezioni con **distanza $L/3 - L/4$ dal pilastro**.



FESSURE DA RITIRO

Effetto combinato ritiro + sisma:

Il valore della tensione di trazione indotta dall'impedimento al ritiro può essere incrementata nel caso di **effetto combinato con ulteriori azioni esterne**, come ad esempio nel caso di azioni orizzontali sulla struttura, che determinano una deformazione al telaio cui appartengono le travi.



FESSURE DA RITIRO



FESSURE DA RITIRO

Interventi di ripristino:

Pavimentazioni: Per ogni porzione realizzazione di un taglio del cls di 10 cm a cavallo della fessura, per almeno 5 cm di profondità, ricostruzione della sezione con malte colabili di classe R4 (EN 1504-3). Una volta indurito, deve essere realizzato **un giunto di contrazione** tagliando la sezione appena ricostruita per il suo intero spessore, e riempiendolo con un iniezione di materiale ad alto allungamento a rottura.

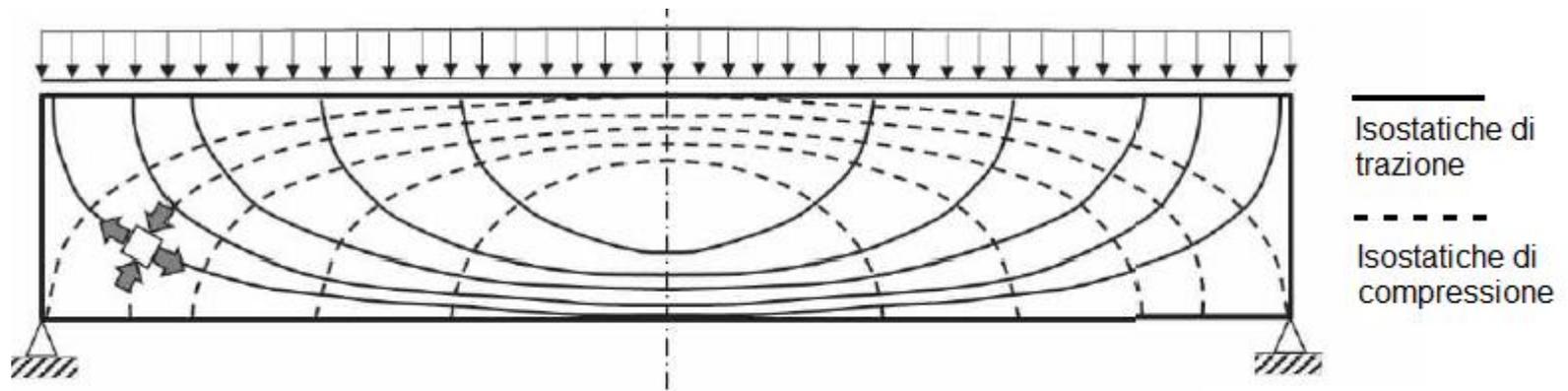
Muri verticali: coprire la lesione con una bandella di gomma che mascheri la lesione (senza sigillarla); applicazione di un rivestimento protettivo in malte polimero-cemento sulle restanti porzioni di muro.

Interfacce: realizzazione di fasce di intonaco armato con rete in fibre di vetro, sovrapposta fra l'elemento strutturale e il tamponamento.

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Nel caso di lesioni derivanti da dissesti fondazionali o per ritiro, la localizzazione e la peculiarità di tali fessure è tale da non indurre dubbi sulla loro causa. In altri casi è invece necessario analizzare attentamente il quadro fessurativo per identificare le cause delle lesioni manifeste.

Negli elementi inflessi **le lesioni seguono l'andamento degli sforzi di compressione**, sviluppandosi in direzione perpendicolare alle isostatiche di trazione.

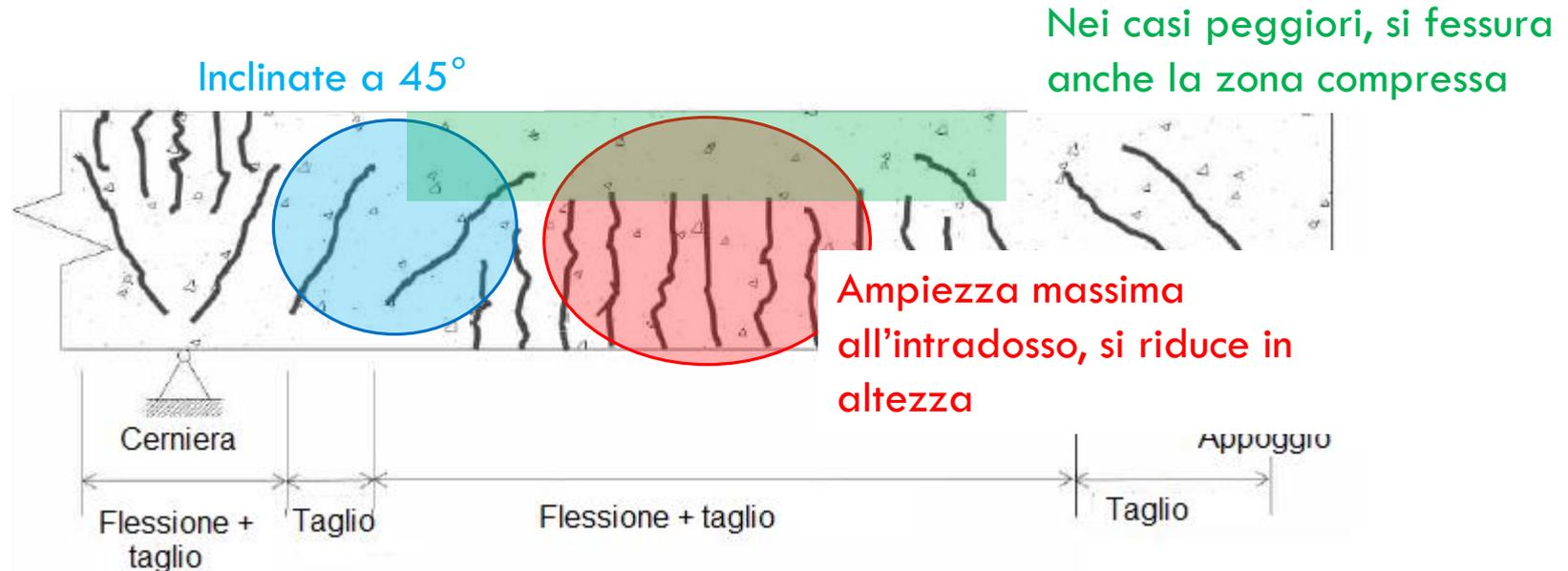


CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

- Possono nascere da **errori commessi nella progettazione o nell'esecuzione dell'opera**:
 - negli elementi orizzontali è possibile avere fenomeni di espulsione del copriferro, che possono determinare un **fenomeno fessurativo per flessione**;
 - le staffe o i ferri piegati sono tipicamente concentrate solo sugli appoggi, e quindi le **zone verso la mezzeria**, seppur interessate da valori di taglio inferiori, possono presentare lesioni taglienti anche di rilevante entità.
- Possono essere legate a **fenomeni di tipo ambientale**:
 - nel caso di coperture di edifici industriali, spesso possono essere presenti difetti **nell'impermeabilizzazione**, che portano dunque ad un ammaloramento del cls stesso e quindi ad una riduzione della sezione reagente stessa;
 - lo stesso accade nei **cornicioni e nelle velette dei ponti in c.a.p.** dove si ha accumulo di acqua e perdita di sezione resistente.
- Possono nascere a causa della **variazione dei carichi** agenti sull'opera:
 - variazione di destinazione d'uso;
 - incremento volume di traffico in ponti e viadotti.

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Negli elementi inflessi le lesioni seguono l'andamento degli sforzi di compressione, sviluppandosi in direzione perpendicolare alle isostatiche di trazione.



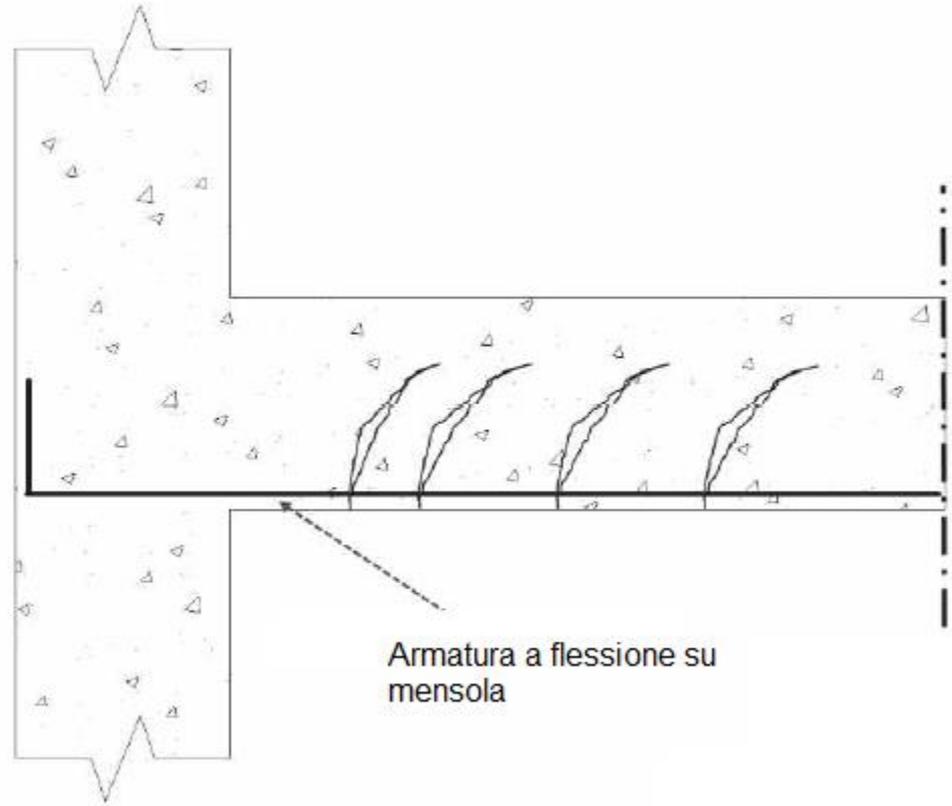
Risulta perciò fondamentale comprendere lo SCHEMA STATICO degli elementi strutturali lesionati.

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Fessure di tipo tagliente sulle travi

Possono essere causate da:

- Carichi elevati;
- Bassa rigidezza;
- Assenza di specifica armatura trasversale: in passato gli sforzi di taglio erano principalmente assorbiti da ferri piegati (e staffe) collocati esclusivamente in corrispondenza degli appoggi.

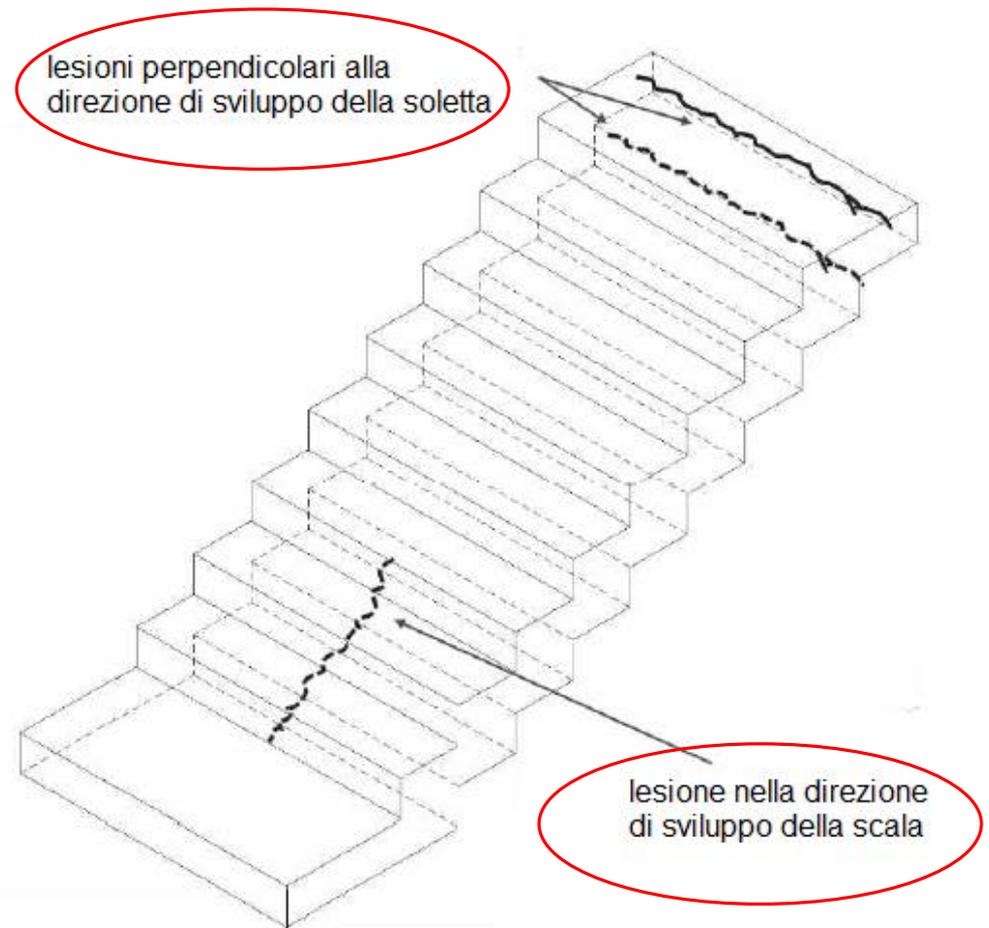


CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Fessure nelle **scale a soletta rampante**

Non pericolose per la statica del manufatto: suddividono l'elemento in strisce, che lavorano come singole travi indipendenti, in accordo con lo schema statico di progetto.

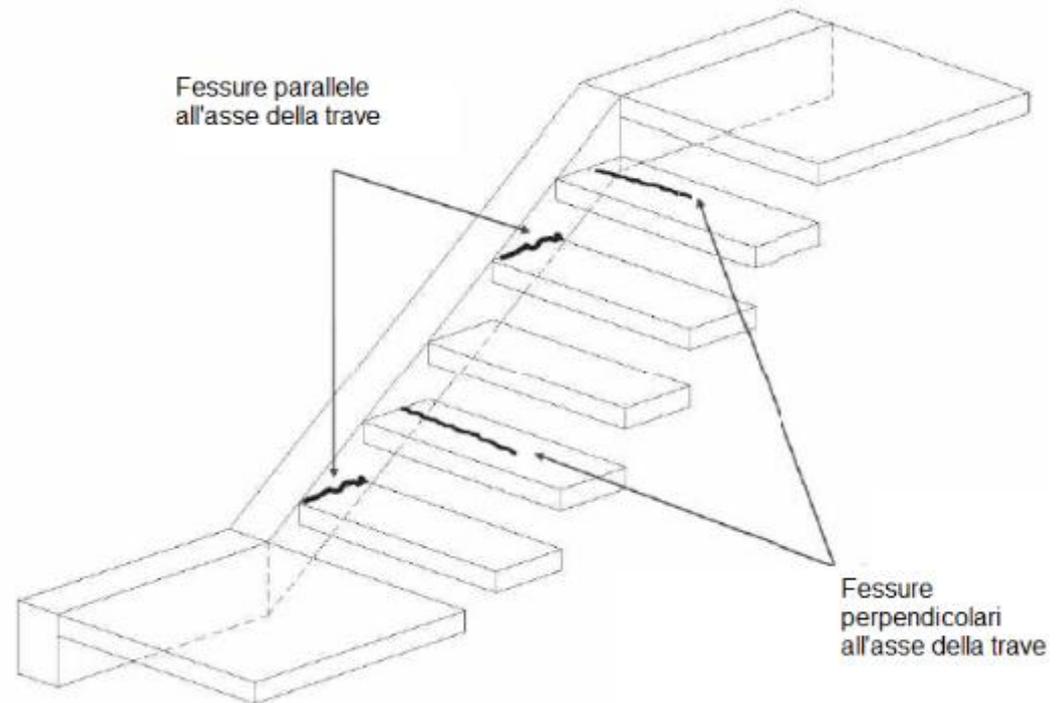
Possono essere causate da una carenza statica.



CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Fessure nelle scale con travi a ginocchio

Le lesioni pericolose per la statica dell'elemento sono quelle localizzate all'estradosso dei gradini, in corrispondenza della sezione d'incastro tra gli elementi a sbalzo e la stessa trave a ginocchio.



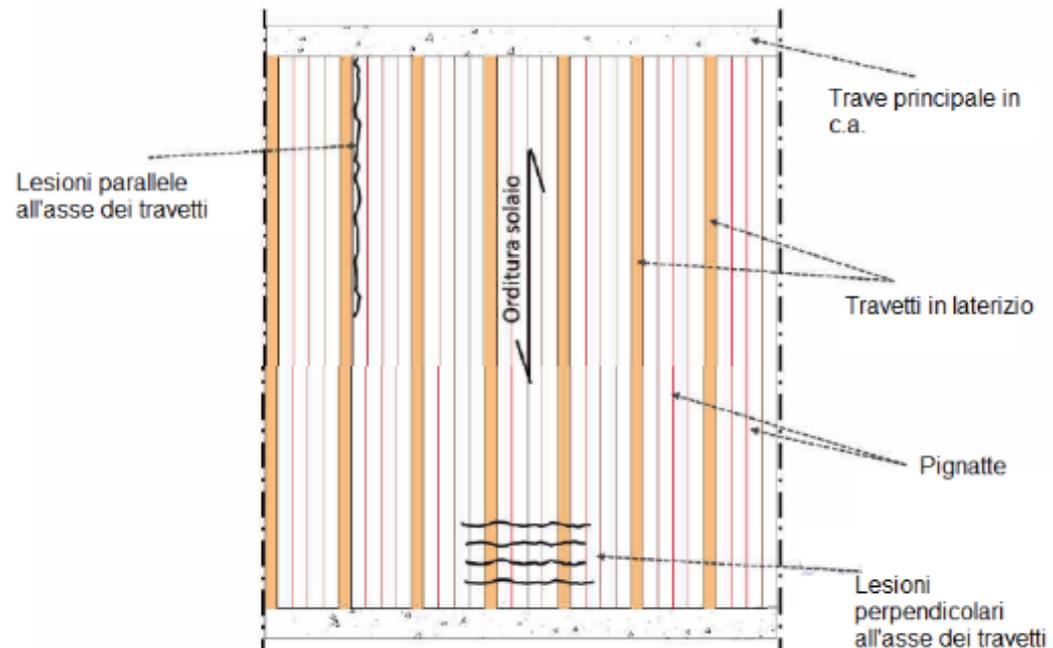
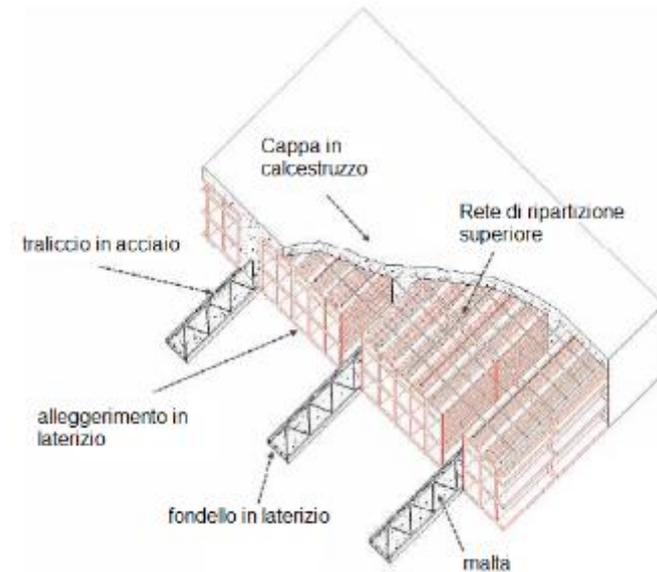
CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Fessure in solai in latero-cemento

Non pericolose: lesioni parallele all'asse dei travetti che non interrompono la continuità statica.

Potenzialmente pericolose: lesioni perpendicolari all'asse dei travetti in mezzeria all'intradosso o sugli appoggi all'estradosso (sul massetto superiore).

Pericolose per gli occupanti: lesioni legate al potenziale crollo parziale di elementi in laterizio.



CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Fessure negli elementi in c.a.p.

Particolare importanza hanno gli elementi in c.a.p., ed in particolare gli elementi di copertura, che possono essere soggetti a forte deterioramento ambientale (ammaloramento ed espulsione di cls), il quale però **non è rilevabile tramite quadri fessurativi all'intradosso dell'elemento.**

Fessure nei pilastri

I pilastri soggetti tipicamente a sollecitazioni di **pressoflessione**. Le fessure che possono manifestarsi riguardano problematiche di riprese di getto e interruzione dei ferri (lesioni superficiali), fessure per schiacciamento, espulsione di copriferro, espulsione di parte del nucleo con svergolamento delle armature (fessure profonde).

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Diagnostica: **importanza della fessura**

Nel caso delle **fessure flessionali**, è possibile valutarne la pericolosità calcolando la tensione agente nelle armature longitudinali in corrispondenza della sezione fessurata.

Ipotesi: l'ampiezza della lesione ω (mm) è uguale all'allungamento Δl_s (mm) della barra di diametro inferiore presente nella sezione.

$$\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s$$

↓

$$\varepsilon_s = \frac{\Delta l_s}{l}$$

→

$$f_{yk} \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} = f_{bd} \cdot \pi \cdot d \cdot l_{anc}$$

STATO TENSIONALE?

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Diagnostica: importanza della fessura

Il valore di f_{bd} si può calcolare in accordo con le formule da normativa:

$$f_{bd} = \frac{0.32}{\gamma_c} \cdot \sqrt{R_{ck}} \longrightarrow \text{DM 09/01/1996: barre lisce}$$

$$f_{bd} = \frac{2.25}{\gamma_c} \cdot f_{ctk} \longrightarrow \text{DM 09/01/1996: barre aderenza migliorata}$$

$$f_{bd} = \frac{2.25}{\gamma_c} \cdot \eta \cdot f_{ctk} \longrightarrow \text{NTC2008: barre aderenza migliorata}$$

$$f_{bd} = \frac{2.25}{\gamma_c} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctk} \longrightarrow \text{EC2 1992: barre aderenza migliorata}$$

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Diagnostica: importanza della fessura

$$f_{yk} \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4} = f_{bd} \cdot \pi \cdot d \cdot l_{anc}$$



$$\varepsilon_s = \frac{\Delta l_s}{2 \cdot l_{anc}} = \frac{\omega}{2 \cdot l_{anc}}$$



$$\sigma_s = E_s \cdot \frac{\omega}{2 \cdot l_{anc}}$$

- **Caso 1:** $\sigma_s < \frac{f_{yk}}{1.15}$

La fessura è sicuramente staticamente NON pericolosa

- **Caso 2:** $\frac{f_{yk}}{1.15} < \sigma_s < f_{yk}$

La fessura è potenzialmente pericolosa. È opportuno utilizzare un metodo di calcolo più raffinato.

- **Caso 3:** $\sigma_s > f_{yk}$

La fessura è quasi sicuramente staticamente pericolosa. Questo non vuol dire però che si è di fronte ad una situazione di potenziale CROLLO, è necessario condurre una verifica più completa.

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Ripristino

Per lesioni di modesta entità: **sigillatura mediante iniezioni epossidiche**;

Per lesioni derivanti da carenze di armatura a flessione e a taglio: **interventi basati sull'utilizzo di materiali compositi** (FRP o FRCM);

Lesioni che interessano espulsioni di calcestruzzo: **ricostruzione della sezione mediante materiali cementizi a ritiro compensato**. Eventuale utilizzo di materiali compositi;

Carenze strutturali in elementi verticali (muri o pilastri): interventi volti **all'ingrosso della sezione con modifica della rigidità** dell'elemento stesso; impiego di **materiali compositi**; se la carenza interessa anche le **barre d'armatura** (svergolamento), **sostituzione** delle stesse e applicazione di betoncino a ritiro compensato per ripristino della sezione stessa.

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Interventi tradizionali

Impiego di lamine d'acciaio incollate mediante resine epossidiche alla sezione in c.a. Alternativamente si è optato per l'utilizzo di **profili metallici saldati e/o bullonati** alle strutture pre-esistenti.

Interventi non-convezionali

Utilizzo di **materiali compositi (FRP)** risulta molto più semplice sia dal punto realizzativo che della cantieristica, e permette il raggiungimento degli stessi obiettivi.



CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Fessure flessionali



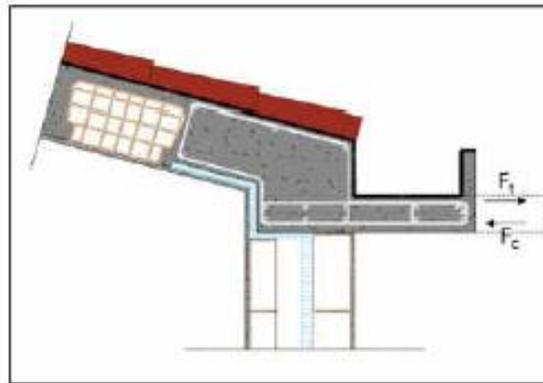
Fessure taglianti



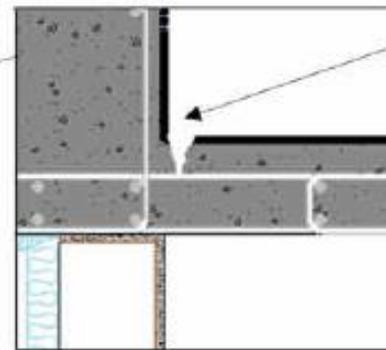
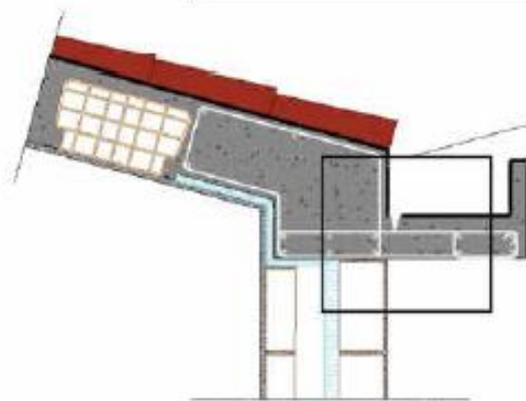
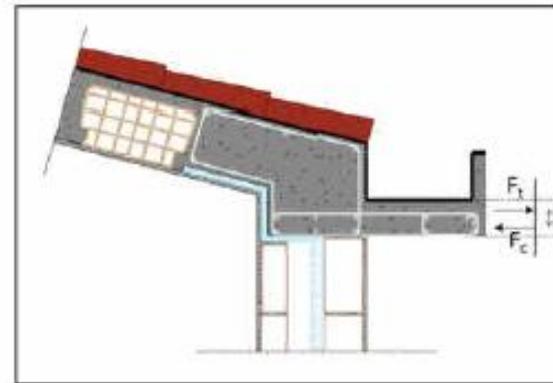
CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Coperture

COPRIFERRO CORRETTO



COPRIFERRO ERRATO



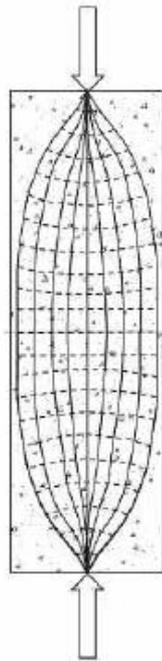
ZONA DI POSSIBILE FESSURAZIONE

- Fessura con massima ampiezza all'estradosso;
- Possibile lacerazione del manto impermeabile;
- Corrosione delle armature all'estradosso

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Pilastri

Azione assiale di compressione



Isostatiche di
COMPRESSIONE

Isostatiche di
TRAZIONE

Azione assiale di
compressione



Sforzi di compressione eccessivi determinano la rottura dei materiali con conseguente rigonfiamento della sezione e comparsa di lesioni verticali che appaiono generalmente in mezzeria della faccia del pilastro.



Apertura delle staffe di un pilastro in calcestruzzo armato con conseguente espulsione del copriferro.

CARENZE STATICHE E DIFETTI COSTRUTTIVI

Elementi in c.a.p.



DISSESTI NEI SOLAI

La tipologia di degrado più probabile in questo tipo di elemento è data dalla **corrosione delle armature nei travetti**, in prossimità dell'intradosso dei medesimi. Poiché la ruggine che viene formata ha un volume maggiore delle armature stesse, e poiché le dimensioni dei travetti sono molto ridotte, si può avere un fenomeno di distacco del copriferro. Questo problema non riguarda la statica dell'edificio, ma può comportare problemi per la sicurezza.

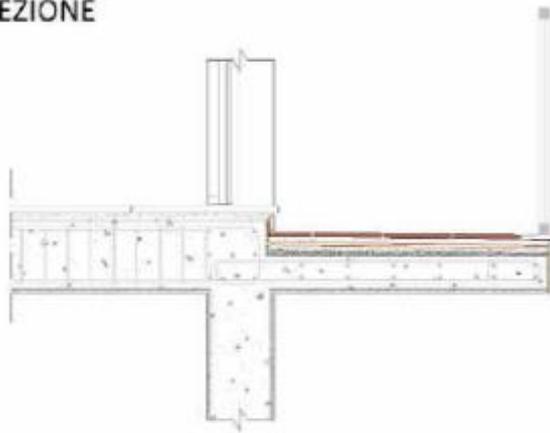


Un altro problema può essere il cosiddetto fenomeno di «**sfondellamento**». Questo problema è in parte dovuto **all'utilizzo di malte ad alta resistenza a compressione e modulo elastico**, le quali subiscono un fenomeno di impedimento al ritiro dovuto alla presenza di laterizi con nascita di tensioni tangenziali all'attacco con il fondello.

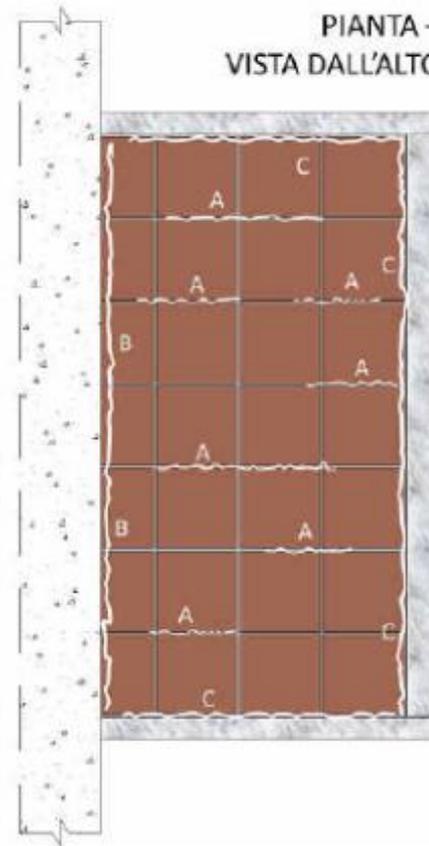
Inoltre concorre a tale dissesto anche la **debolezza tipica di questo sistema di attacco fondello-setti**.

DISSESTI NEI SOLAI

SEZIONE



PIANTA –
VISTA DALL'ALTO

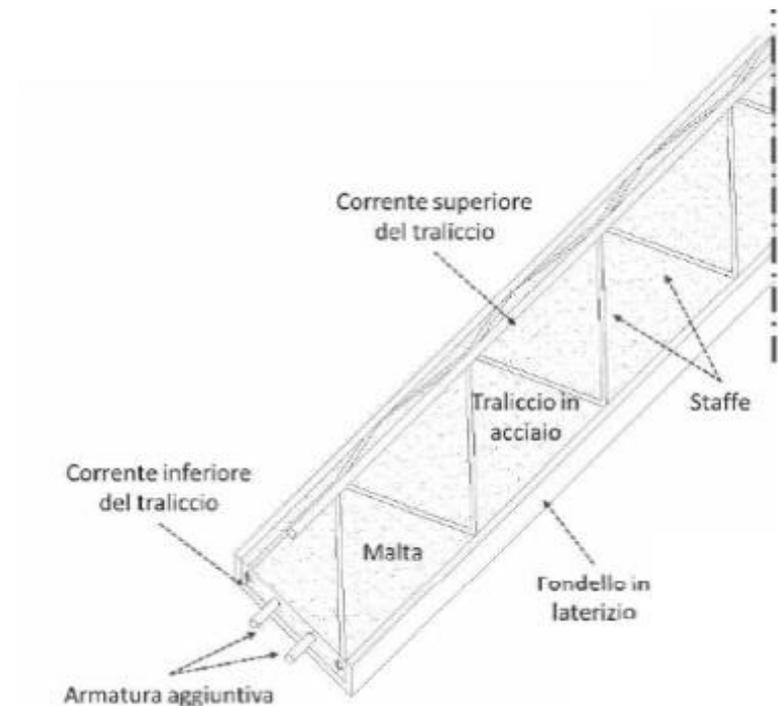


FESSURA	LOCALIZZAZIONE	PERICOLOSITÀ
A	Nelle fughe perpendicolari al lato maggiore del balcone	NON PERICOLOSE
B	Parallele al lato lungo in prossimità del muro di tamponamento	DA INDAGARE
C	All'attacco pavimento/cornice di marmo	NON PERICOLOSE

DISSESTI NEI SOLAI

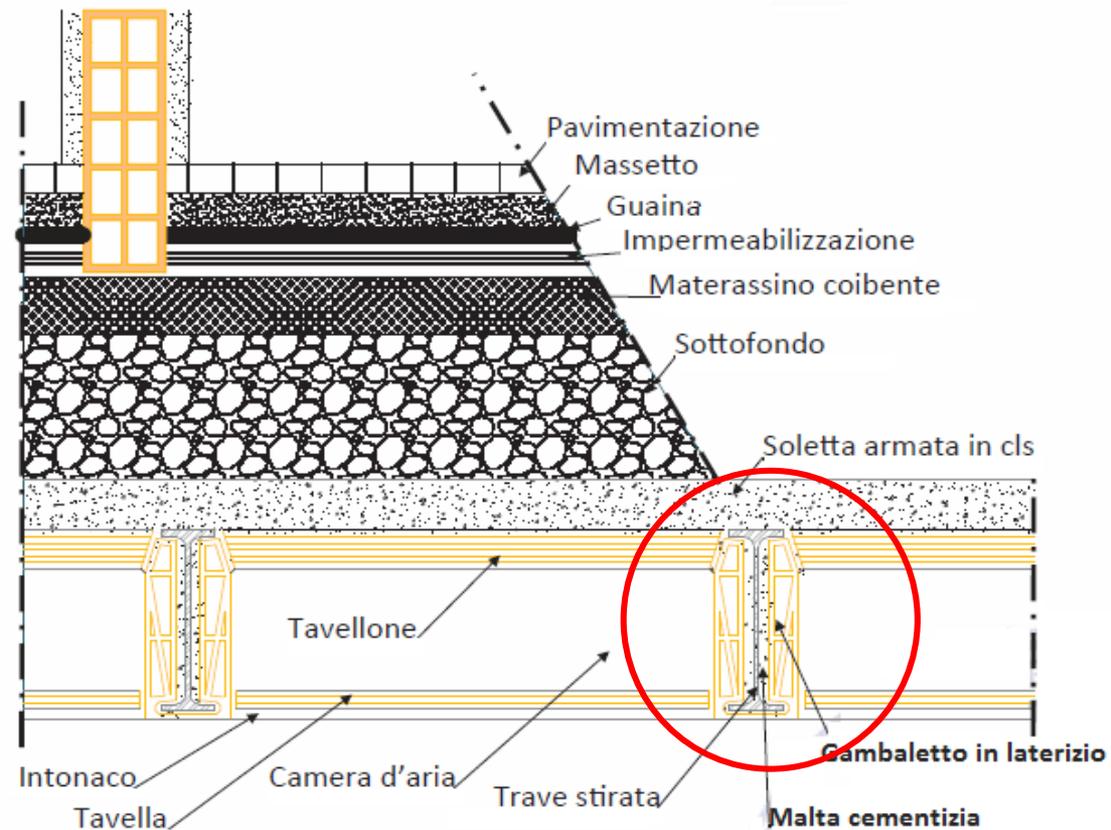
I dissesti in questo tipo di strutture sono generalmente associati a problemi di durabilità:

- esposizione a cicli asciutto/bagnato;
- percolamento di acqua in copertura per assenza o inefficace coibentazione / impermeabilizzazione;
- bassa qualità del calcestruzzo con il quale erano stati gettati;
- nei piani interrati spesso mancanza di intonacatura dei travetti e delle pignatte, con diretta esposizione ai fattori ambientali;
- **poco copriferro (particolarmente nei solai con traliccio in acciaio).**



DISSESTI NEI SOLAI

Analogamente, anche nei solai con travi stirate e gambaletti in laterizio completati in opera mediante getto di calcestruzzo può nascere una problematica relativa al **ridotto spessore di copriferro** e **scadente qualità del calcestruzzo**.



DISSESTI NEI SOLAI

Diagnostica

Generalmente il sopralluogo visivo risulta sufficiente per identificare la tipologia di danno innescato. Tuttavia, se il dissesto si trova in una fase iniziale, può essere utile usufruire di indagini diagnostiche quali:

- **Auscultazione sonica** della superficie mediante battitura con martelletto;
- **Analisi termografica** della superficie, per evidenziare possibili lesioni, vuoti e infiltrazioni di umidità.

Ripristino

Il ripristino può avvenire tramite pulitura e **scarifica** della superficie danneggiata, **rimozione della cause del degrado**, **ricostruzione dei travetti** e sostituzione di materiale in laterizio crollato con **materiali leggeri** (ad es. polistirolo), e realizzazione finale di una **rasatura armata** (con malta a bassa rigidità, es. classe R2 EN 1504-2) con rete in fibra di vetro o vetro-aramide fissata mediante tasselli di ancoraggio ai travetti.



DISSESTI NEI SOLAI

