

Se la casa cede ...

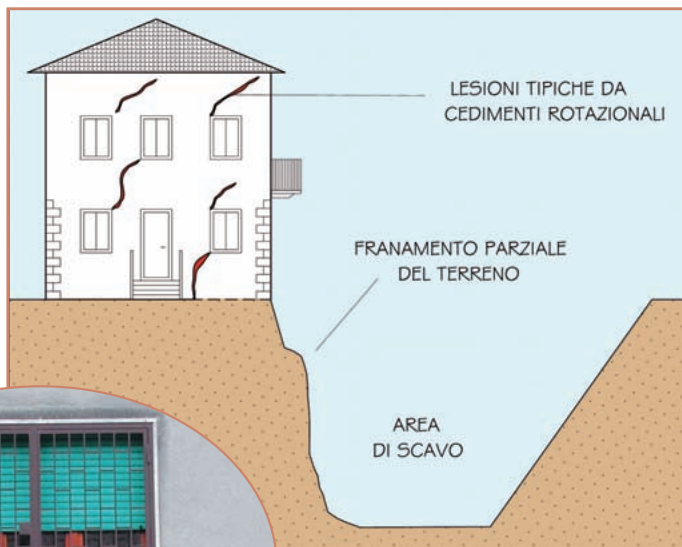
IL TRASCORRERE DEL TEMPO E IL VARIARE DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO POSSONO PORTARE NEL TEMPO ALLA NASCITA DI PROBLEMI EDILI. TERRENI NON BEN CONSOLIDATI O MODIFICHE DELLE CONDIZIONI GEOTECNICHE POSSONO GENERARE NELL'EDIFICIO FESSURE STRUTTURALI RILEVANTI. TECNICHE MODERNE DI RINFORZO AIUTANO A RIPRISTINARE LA SICUREZZA, MA IL LORO SUCCESSO DIPENDE DA UNA CHIARA ANALISI DEI MOTIVI CHE HANNO CAUSATO IL PROBLEMA.



N

ella stragrande maggioranza dei casi una costruzione non crolla all'improvviso, ma manifesta tutta una serie di "segnali" strutturali che, se trascurati o non letti dagli utenti per negligenza, portano lentamente all'amplificazione dei fenomeni o al manifestarsi di ulteriori degradi conseguenti ai primi.

Generalmente è un'insieme di condizioni critiche trascurate che portano al collasso dell'immobile. In tale ottica i lenti movimenti del terreno sottostante l'abitato, da un lato interpretabili come semplici assestamenti nel tempo della casa, possono in realtà divenire uno dei principali "segnali" che portano poi al manifestarsi di ulteriori problemi più importanti. Ciò premesso, in una casistica di infinite situazioni specifiche di degrado ed esperienze pregresse di successo, come sempre ci sono casi limite di fessure che vanno interpretate con occhio "tecnico" da imprese e progettisti al fine di evitare allarmismi da un lato, ma anche negligenze dall'altro.



Tipico quadro fessurativo sulle facciate di un immobile causa adiacente scavo



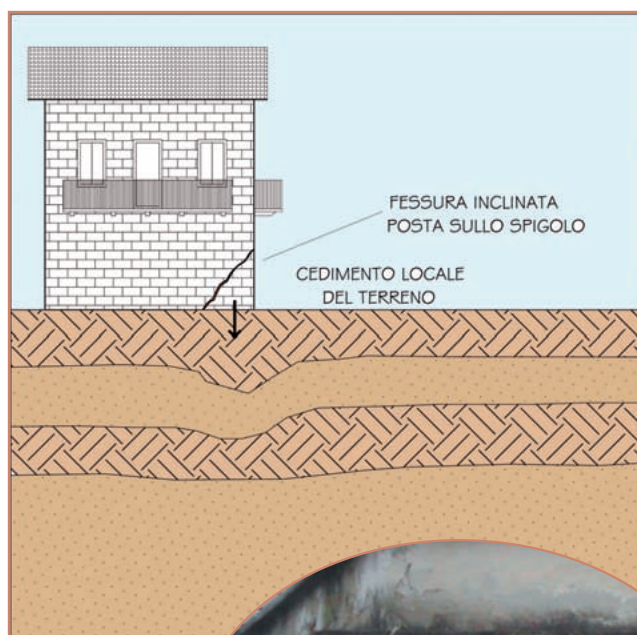
Nella foto: tipica lesione ad arco da cedimento. Le lesioni vengono spesso deviate rispetto allo schema teorico dalla presenza di spigoli di finestre e porte

La lettura del quadro fessurativo

La presenza di una singola, ma importante fessura ai piani bassi di un edificio è spesso motivo di preoccupazione ed è quindi lodevole l'operato di imprese di costruzioni che intervengono sul ripristino della conformità visiva e strutturale del danno. Ciononostante, prima dell'intervento è fondamentale eseguire una perlustrazione generale dell'immobile per rilevare l'intero quadro fessurativo presente. Non è infatti raro che lesioni tra di esse sconnesse all'apparenza siano in realtà segnali correlati di un unico fenomeno generale più gravoso che si sta lentamente manifestando sotto al piano delle fondazioni. A fronte di questa breve ma importante premessa, vi sono "famiglie" di lesioni che generalmente sono associabili a chiari problemi di cedimenti del piano di fondazione sottostante alla costruzione.

Tra i principali si segnalano:

- fessure ad arco su murature portanti: un'unica rilevante fessura curva a formare una parabola di tipo passante nella muratura si manifesta al piano terra; il concetto di "fessura unica ad arco" va interpretato e adattato ovviamente con buon senso ad ogni singolo caso: la presenza di porte e/o finestre può infatti causare la deviazione della fessura verso detti spigoli, oppure la sua interruzione in alcuni tratti; se però si riporta su un foglio di carta la disposizione delle lesioni sul prospetto ecco che l'insieme dei tratti lesionati uniti con una penna, con un minimo di adattamento visivo, crea l'equivalente di un arco parabolico. Tale segnale è tipico di un fenomeno di cedimento del terreno sotto alla sola zona centrale della muratura;
- fessure ad arco o inclinate su tavolati non portanti: se la casa possiede uno schema strutturale a travi e pilastri la presenza di



Fessura inclinata a 45° posta su un fianco dell'edificio, tipica evidenziazione di un cedimento differenziato del terreno

Nella foto: tipica lesione a 45° su un edificio in muratura causa cedimento locale del terreno



IL QUADRO FESSURATIVO

1 Prima perlustrazione ed esame di tutte le lesioni

- analisi visiva di ogni dissesto
- percorrere l'intero edificio

2 Conoscenza dell'edificio

- esame del progetto originale e delle varianti successive
- età della costruzione
- tipologia costruttiva
- rilievo di materiali inusuali
- uso e attività di ogni singola parte
- individuazione dello schema portante

3 Conoscenza delle condizioni al contorno

- presenza di rilevati, avvallamenti, dirupi
- presenza di nuovi edifici, recente demolizione di vecchi
- informazioni sul livello della falda, acque sotterranee
- informazioni su scavi recentemente eseguiti nei dintorni
- passaggio di mezzi pesanti - treni - metropolitane
- presenza di alberature ad alto fusto
- natura del terreno

4 Rilievo del quadro fessurativo

- individuazione di lunghezza, direzione, spessore, profondità di ogni fessura (fessura passante o apparente? Esame)
- distribuzione e frequenza delle fessure
- rilievo di eventuale distorsione/fuori piano di componenti edili
- controllo della prosecuzione dei muri sino al piano terra
- verifica del fatto che le fessure non siano replicate da un lato e dall'altro del componente orizzontale (pavimento-soffitto)
- controllo dell'eventuale ripetizione delle fessure in parti analoghe dell'edificio
- realizzazione di tavole di progetto riportanti le lesioni (per una visione globale del comportamento dell'edificio)
- per edifici identici controllo della presenza di fessure negli stessi punti anche negli altri stabili

5 Analisi delle condizioni fisiche, delle sollecitazioni e delle resistenze attraverso...

- carotaggi, prove di carico in laboratorio, determinazione delle stratigrafie, endoscopie
- prove con martinetti piatti
- prove soniche
- prove piezometriche, geologiche e geotecniche
- impiego di pacometri, sclerometri, rilevatori di corrosione
- impiego di termometri ed igrometri

6 Diagnosi di tipo fisico - chimico

- controllo di repentini e frequenti cambiamenti di temperatura
- controllo del diverso grado di umidità delle parti in esame
- controllo dello stato dei giunti
- verifica del grado di corrosione delle parti metalliche
- controllo dell'eventuale presenza di condizioni ambientali aggressive

7 Diagnosi strutturali

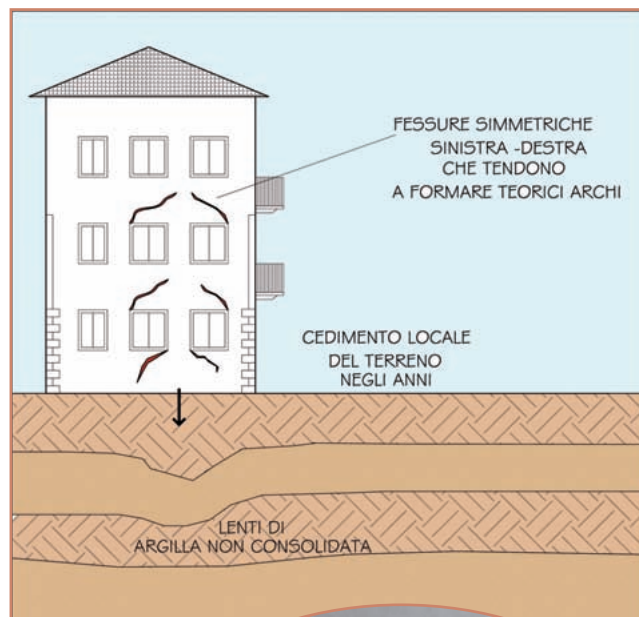
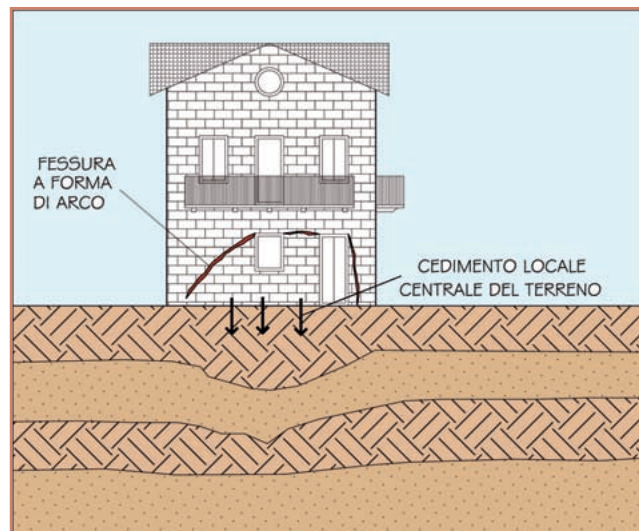
- studi e riflessioni su possibili movimenti - rotazioni delle singole parti
- ricostruzione del modello dell'edificio (impiego di programmi ad elementi finiti)
- simulazioni di possibili azioni di carico e della loro combinazione
- analisi dello stato tensionale
- verifica dei punti con tensione superiore a quella del materiale: tracciamento di fessure sulle tavole grafiche
- eventuale inserimento di cerniere plastiche
- ricerca di corrispondenza tra simulazione e quadro fessurativo rilevato in sito
- nuove simulazioni con nuove azioni o nuove combinazioni di carico se il risultato non convince
- controllo dell'andamento nel tempo delle fessure (assestamento o cedimenti con crisi?)

8 Dubitare delle precedenti diagnosi

- non fidarsi del primo esame: verificare in più punti ogni ipotesi
- possibile sovrapposizione di effetti; le cause possono essere molteplici: verificare l'ipotesi della presenza di due azioni simultanee

9 Se occorre monitoraggio nel tempo dell'edificio e delle lesioni attraverso...

- rilievi grafici degli estremi, biffe, vetrini
- fessurimetri, sensori di spostamento, inclinometri, centraline vibrometriche, sistemi optoelettronici
- strumenti topografici



Nella foto: fessura ad arco. Tipica dimostrazione del cedimento del terreno sotto alla parte centrale della costruzione

Nei disegni sopra: tipici quadri fessurativi sulle facciate causa cedimento del terreno sotto all'area centrale

Nella pagina a fianco: rinforzo di una fondazione esistente mediante tradizionale tecnica di allargamento della base con cordoli in c.a. paralleli e collegamenti trasversali a passo costante

fessure ad arco non va interpretata per forza come motivo di cedimento strutturale della costruzione; va prima analizzato il caso di eventuali assestamenti del piano vespaio o di eventuali singoli cordoli sottostanti se presenti; il problema è spesso esclusivamente locale;

- fessure inclinate su un fianco della facciata e presenti anche ai piani alti dell'immobile: il fenomeno indica un chiaro cedimento differenziato del piano di fondazione, con preponderanza verso un lato. In tale ottica va indagato se si tratta di un problema sotto all'edificio in esame per consolidamento/svuotamento improvviso causa modifica del regime geologico e idrico; un rilassamento causa sbancamenti di terreni per scavi adiacenti non ben puntellati o con opere di sostegno poco rigide; un movimento franoso/smottamento lento di tutto il piano collinare su cui è impostato l'immobile. Solo e soltanto dopo aver chiaramente individuato le cause che hanno determinato il dissesto sull'edificio (la prima fase di rilievo è importante, lo si sottolinea nuovamente) l'impresa di costruzioni può procedere con le tecniche di rinforzo delle fondazioni atte a conferire adeguata sicurezza statica alle opere. In tale direzione le numerose tecniche di intervento sono essenzialmente classificabili in tre categorie, così come di seguito presentate.

Allargare la base di fondazione

Con questa tecnica tradizionale ci si prefigge l'obiettivo di ridurre la sollecitazione concentrata agente sul terreno, ossia in generale procedere ad avere una pressione media superficiale agente sul terreno di minor entità. A tal fine le soluzioni possono essere essenzialmente due:

- si procede a modificare tutto lo schema strutturale dell'edificio riducendo il carico agente sul punto critico oppure inserendo nuovi pilastri e travi rompitratta;
- si eseguono delle opere integrative di fondazione accanto allo



Kapriol®

è

Utensili da lavoro
Articoli per la sicurezza
Dispositivi di protezione individuale
Abbigliamento da lavoro
Scarpe antinfortunistiche

www.kapriol.com
Scopri tutte le nostre novità!



1962 **IMER**
2012 **Comproimer.it**

Imer, in collaborazione con la propria rete vendita aderente, presenta **www.comproimer.it**, il sito e-commerce ufficiale per la **piccola attrezzatura** da cantiere.

Nasce l'e-commerce di prossimità:
compri online dal tuo rivenditore di fiducia.

Sei un **rivenditore Imer**?
Aderisci ora, richiedi informazioni al tuo agente.

zoccolo di base esistente avendo cura di ottenere unitarietà di comportamento mediante collegamenti ed unioni reciproche a sandwich.

Se non si ha la possibilità di stravolgere completamente l'impostazione strutturale della costruzione secondo una più adeguata conformazione è evidente che la seconda via appare la più congrua al problema. In tale direzione le operazioni di cantiere appaiono semplici e facilmente eseguibili da manodopera tradizionale di carpenteria:

- si procede a realizzare due scavi a trincea parallelamente al cordolo di fondazione della muratura verticale oggetto di ripristino;
- si eseguono dei grossi fori passanti di collegamento da una parte all'altra della muratura, a passo costante così da consentire alla muratura di scaricare su di essi (attraverso la formazione di tanti archi teorici portanti) gran parte dei carichi agenti;
- si posizionano opportune armature trasversali con relativo getto in calcestruzzo a formare i collegamenti trasversali rigidi;
- si posizionano le gabbie parallele dei cordoli in c.a. adiacenti al muro esistente;
- si completa il getto in calcestruzzo dei cordoli affiancati.

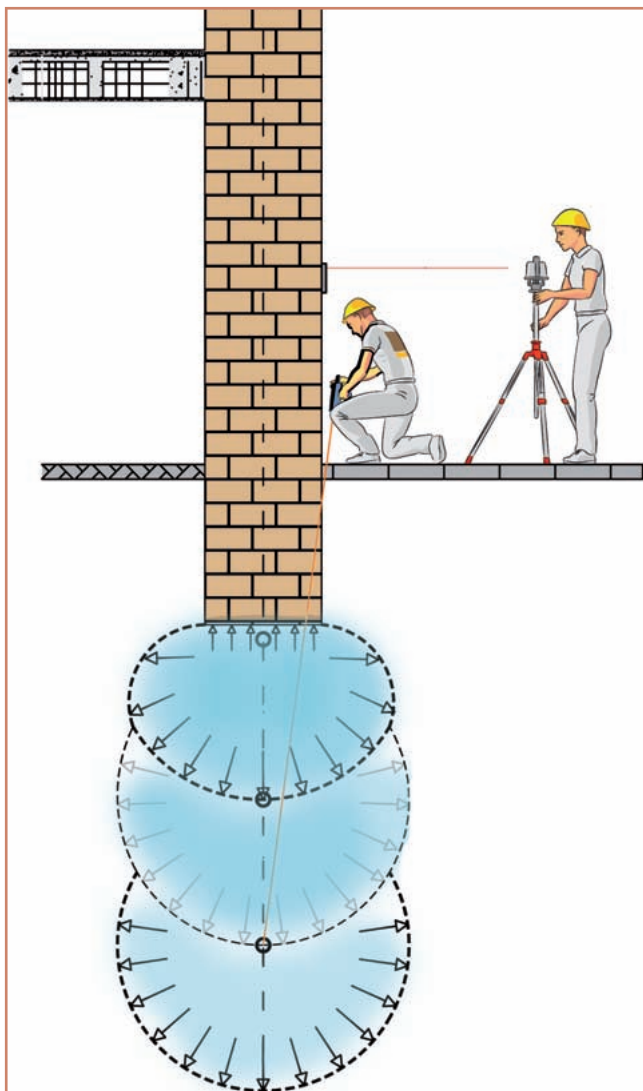
A fine procedura si ottiene un'opportuna zattera di fondazione mista di calcestruzzo - muratura, simile alla base di appoggio di un "catamarano" marino dall'efficiente aumento di portanza globale sul terreno cedevole.

Modificare le caratteristiche meccaniche locali del terreno

L'obiettivo di tale tecnica è quella di alterare, laddove localmente la struttura ha mostrato chiaramente la presenza di cedimenti di fondazione, le prestazioni di resistenza e soprattutto la deformabilità del terreno. Al fine di perseguire detto risultato si procede ad eseguire apposite iniezioni di prodotti specifici (più volte resine) in grado di riempire i diversi vuoti del terreno e formare, a indurimento avvenuto, un unico ammasso solido con lo stesso sotto



Nella foto esempio di consolidamento mediante iniezione con resine espandenti e relativo controllo della planarità della pavimentazione (Uretek)



Consolidamento delle fondazioni murarie mediante iniezioni di resina con tecnica esecutiva in più fasi a profondità differenti e con lettura laser in superficie degli eventuali sollevamenti (disegno Uretex)

ai punti critici della costruzione. Altresì l'eventuale capacità espandente del prodotto iniettato può conferire anche capacità diffuse di sollevamento al sistema di rinforzo.

Sul mercato attuale esistono sistemi tecnologici basati su espansioni diffuse libere in un'area diffusa, o viceversa concentrabili a formare l'equivalente di "micropali in resina". Senza soffermarsi sui vantaggi dell'una piuttosto che dell'altra soluzione è importante ricordare che le operazioni di iniezioni avvengono in cantiere senza eseguire alcuno scavo, ma semplicemente realizzando delle perforazioni inclinate di diametro di 1-2 cm in cui porre poi gli iniettori, e quindi rappresentano una tecnica di rinforzo poco invasiva e poco deturpante lo stato dei luoghi (in tal senso molto apprezzata laddove non si vuole rimuovere le pavimentazioni esistenti). Ovviamente, non avendo un controllo visivo diretto di quello che può essere il risultato, è sempre ben che l'impresa di costruzioni richieda alle aziende specializzate in tali interventi misure strumen-

tali con laser e/o teodoliti, monitoraggi con sensori, eventuali prove geotecniche o radar prima dell'intervento e post - intervento, così da poter eseguire un controllo tecnico scientifico dei parametri di volta in volta ritenuti fondamentali. In tale direzione non è raro che gli interventi più efficaci vengano eseguiti con una prima fase di iniezioni quasi superficiali appena sotto al piano di appoggio e poi con una seconda a profondità maggiore.

Si ricorda che maggiore è la frammentazione dell'intervento in diverse fasi temporali di intervento, maggiore è la possibilità di ridurre effetti indesiderati opposti di un eccessivo comportamento espansivo dei prodotti iniettati con rischio di danni da sollevamento incontrollato: il che ribadisce ulteriormente l'importanza di controlli strumentali "ante" e "post" rinforzo strutturale.

Pali radice

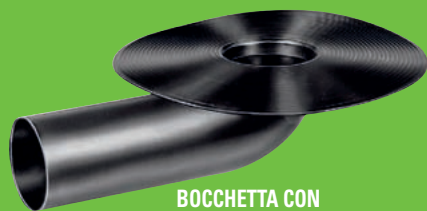
L'idea di fondo è quella di trasferire l'eccesso di carico superficiale della fondazione esistente a zone di terreno più profonde, consolidate e stabili mediante la formazione di micropali posti sotto e/o in connessione con la fondazione esistente.

I pali radici classici prevedono diffuse perforazioni di carotaggi di diametro 10-15 cm partendo dal fianco della fondazione muraria esistente sino a raggiungere la quota desiderata. All'interno di detta perforazione vengono simultaneamente inseriti dei profili tubolari in acciaio poi ricoperti da un'iniezione cementizia con tecnica simile a quella di ordinari micropali per nuove costruzioni. Così facendo si viene a creare una fondazione esistente superficiale connessa per l'appunto a delle "radici" inclinate profonde (ma simme-

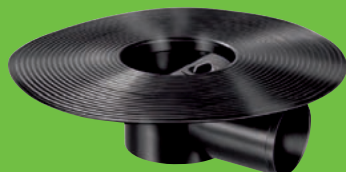


Esempi delle fasi esecutive di consolidamenti di fondazioni mediante tecnica di iniezioni di resina espandente nel terreno con successiva integrazione di micropali d'acciaio (foto Novatek)

*il professionista
sceglie la qualità italprofili*



BOCCHETTA CON
SCARICO ORIZZONTALE



POZZETTO CON SCARICO
LATERALE SIFONATO



BOCCHETTA AD ANGOLO
(CON TUBO TONDO,
QUADRO, RETTANGOLARE)



POZZETTO CON SCARICO LATERALE PER
IMPERMEABILIZZAZIONI CEMENTIZIE



AERATORE
A SNODO PER TETTI
A FALDE INCLINATE
(REGOLABILE IN
INCLINAZIONE)



AERATORE
ANTICONDENSA



CUFFIA
PER TEGOLE



BASAMENTO PER
PAVIMENTAZIONE



PRODOTTI PER TETTI INCLINATI E/O A FALDE

triche nella disposizione, per equilibrio globale) di micropali. Tale tecnica è piuttosto invasiva nei confronti della fondazione e richiede attrezzature specifiche che non sempre trovano il consenso soprattutto in cantieri di modeste dimensioni. In tale direzione interessanti novità tecnologiche e di praticità di cantiere si ottengono dall'abbinamento di sistemi misti di iniezioni di resine con micropali d'acciaio di ridottissimo diametro. I sistemi di iniezioni con resine permettono di colmare efficacemente le numerose carenze legate a vuoti o parti di terreno non ben aggregate: vantaggio non da poco, ragion per cui nella prima fase di consolidamento si procede con il realizzare un primo livello superficiale di iniezioni di resine (immediatamente sotto al piano della fondazione esistente), mediante per l'appunto perforazioni sul piano di posa dell'ordine massimo di 1-2 cm di diametro.

Successivamente, in seconda battuta, si eseguono delle perforazioni più ampie del diametro indicativo di 6 cm (a ridosso della fondazione esistente ed eventualmente leggermente inclinate in mutua connessione) all'interno del sottostante ammasso di resina - terreno.

Attraverso il foro così realizzato senza asportazione di terreno e mediante l'installazione di un apposito martinetto idraulico si esegue l'infissione a pressione lenta e silenziosa dei microtubi in acciaio sino alla profondità desiderata e soprattutto sino al raggiungimento della portata di infissione richiesta (grazie alla lettura strumentale della pressione di infissione sul manometro del martinetto idraulico). Da ultimo si procede alla cementificazione definitiva del palo.

In sintesi

La panoramica presentata ai lettori in questo articolo di interventi possibili a livello di fondazioni esistenti, panoramica breve e sicuramente non esaustiva, ha lo scopo di sollecitare le imprese di costruzioni a muoversi in maniera sempre più scrupolosa e scientifica verso aspetti tecnici e soluzioni che una volta eseguite sono totalmente nascosti all'occhio, sia dei tecnici che degli utenti finali, ma che non per questa ragione devono essere lasciate alle iniziative di singoli carpentieri volenterosi o ancor peggio al caso, andando semplicemente a stuccare le fessure sui muri dell'edificio.

L'alta professionalità paga sempre: in tale direzione, ancora una volta, si ribadisce che anche rinforzare le fondazioni con l'una o l'altra tecnica senza aver bene inquadrato in cantiere le cause che hanno scaturito il quadro fessurativo generale non è a priori condizione sufficiente per non fare ricomparire a distanza di anni le lesioni. La fase di rilievo, monitoraggio e individuazione delle cause delle lesioni è fondamentale e va fatta eseguire da tecnici ingegneri specializzati prima di qualsivoglia intervento. ■