

Giacomo Mecatti

# SFONDELLAMENTO DEI SOLAI E CADUTA CONTROSOFFITTI

CAUSE, INDAGINI ED INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

- INQUADRAMENTO NORMATIVO ▪ TECNICHE DI INDAGINE ▪ METODI DI MESSA IN SICUREZZA
- SCHEDE OPERATIVE ▪ TIPOLOGIE STORICHE DI SOFFITTI E CONTROSOFFITTI



**SOFTWARE INCLUSO**

CON LE SCHEDE OPERATIVE DA IMPIEGARE NEI SOPRALLUOGHI

**Glossario** (principali termini tecnico-normativi), **F.A.Q.** (domande e risposte sui principali argomenti),  
**Test iniziale** (verifica della formazione di base), **Test finale** (verifica dei concetti analizzati)



**GRAFILL**

Giacomo Mecatti

## SFONDELLAMENTO DEI SOLAI E CADUTA CONTROSOFFITTI

ISBN 13 978-88-8207-889-8

EAN 9 788882 078898

Manuali, 204

Prima edizione, ottobre 2016

Mecatti, Giacomo <1974->

Sfondellamento dei solai e caduta controsoffitti / Giacomo Mecatti.

– Palermo : Grafill, 2016.

(Manuali ; 204)

ISBN 978-88-8207-889-8

1. Solai – Deterioramento.

690.17 CDD-23

SBN Pal0291897

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato \*.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail [grafill@grafill.it](mailto:grafill@grafill.it)

Finito di stampare nel mese di ottobre 2016

presso **Andersen S.p.A.** Frazione Piano Rosa – 28010 Boca (NO)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

## SOMMARIO

✚	<b>PREMESSA</b> .....	p.	1
1.	<b>LA PERCEZIONE DEI RISCHI LEGATI ALLO STATO DI MANUTENZIONE DEGLI INTRADOSSI DEI SOLAI</b> .....	"	3
2.	<b>COME VIENE INQUADRATO DALLE NORME IL PROBLEMA DELLE VULNERABILITÀ</b> .....	"	10
3.	<b>ALLE ORIGINI DEL PROBLEMA SFONDELLAMENTO</b> .....	"	34
4.	<b>METODOLOGIE DI INDAGINE “NON DISTRUTTIVE”</b> .....	"	44
✚	<b>APPENDICE 1</b> .....	"	55
	Schede operative per l’esecuzione di ispezioni e controlli su soffitti e controsoffitti .....	"	55
✚	<b>APPENDICE 2</b> .....	"	65
	Archivio commentato delle tipologie storiche di controsoffitti e solai .....	"	65
✚	<b>APPENDICE 3</b> .....	"	89
	Esempio di dimensionamento degli ancoraggi da impiegare per il fissaggio di presidi antisfondellamento .....	"	89
✚	<b>APPENDICE 4</b> .....	"	97
	Esempi di modalità di intervento contro il rischio di sfondellamento solai e di caduta controsoffitti .....	"	97
✚	<b>APPENDICE 5</b> .....	"	111
	Linee guida per il rilevamento della vulnerabilità degli elementi non strutturali nelle scuole (relative all’Intesa Istituzionale del 28 gennaio 2009) .....	"	111

↳ <b>INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO</b> .....	"	173
Note sul software incluso .....	"	173
Requisiti hardware e software .....	"	173
Download del software e richiesta della password di attivazione .....	"	173
Installazione ed attivazione del software .....	"	174
↳ <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	"	175

## PREMESSA

La caduta di elementi non strutturali dall'intradosso dei solai (sfondellamento delle pignatte, distacco di controsoffitti, caduta di elementi appesi, come: plafoniere o impianti) rappresenta senza dubbio un rischio di cui è necessario tener conto e sicuramente da valutare con attenzione quando si progetta o si cura la manutenzione di un edificio, al pari di quello legato allo stato di conservazione delle strutture portanti vere e proprie.

Avviene infatti troppo spesso che la corretta conservazione delle parti intradossali dei solai sia trascurata o non adeguatamente indagata.

I dati statistici (sulla base di una ricerca su quelli giunti alla cronaca – sicuramente in difetto sul totale –) dei fenomeni di caduta di elementi secondari parlano di circa 200 casi nel 2015 tra caduta di elementi intradossali dei solai (rottura e caduta di fondelli, che per brevità in seguito identificheremo come “sfondellamento” dei solai) e casi di caduta di controsoffitti, ed isolati – ma non meno pericolosi – casi di caduta di elementi appesi (illuminazione).

Questi semplici dati, che verranno ripresi con maggior precisione nei prossimi capitoli, impongono ai tecnici impegnati “giornalmente” nella progettazione, manutenzione e gestione degli edifici un’attenta riflessione e forse un preciso sforzo nel *dover cominciare a vedere* i problemi da nuovi punti di vista: non più (o non solo) legati a deformazione e resistenza delle strutture portanti ma (anche) alla stabilità e tenuta degli elementi che ne compongono la finitura intradossale; talvolta, come vedremo più avanti, i temi si intersecano, altre volte sono scissi e i rischi legati alla caduta di elementi, componenti o parti di solaio devono essere conosciuti e compresi come vere e proprie nuove “competenze” rispetto a quelle ordinariamente possedute.

Cosicché un solaio “ben dimensionato” sotto il piano strettamente strutturale può presentare problemi di caduta di fondelli che prescindono dagli aspetti strettamente “di calcolo” ma che necessitano di osservazioni e conoscenze più ampie, o comunque diverse, e che si può dire fin da ora, coinvolgono trasversalmente chi ha concepito il solaio e chi lo ha realizzato.

Viceversa errori in fase di concezione del solaio possono essere proprio alla base di tali fenomeni e palesarsi col trascorrere del tempo.

Quando ci si avvicina ad una struttura esistente specialmente se, come spesso avviene, non sono disponibili chiare o complete informazioni su tutto ciò che l’ha riguardata nel corso della sua esistenza, è lecito domandarsi:

- chi ha ideato (forse neanche progettato) il solaio e le sue parti intradossali?
- da che materiale è costituito (laterizio, calcestruzzo, legno)?
- che caratteristiche ha la finitura dell’intradosso (intonaco, controsoffitto, rivestimento di vario tipo)?
- sono presenti ulteriori parti appese (illuminazione, impianti in genere)?

Già dare qualche risposta a queste prime domande richiede l’avvio di quella fase “diagnostico-conoscitiva” imprescindibile per approcciarsi in maniera corretta, oggi giorno, alla cono-

scenza del costruito e dare risposte tecnicamente valide su cause e rimedi delle problematiche che lo possono riguardare.

Questo testo, con un taglio pratico e diretto, frutto delle esperienze dell'autore condivise con la società d'ingegneria *Sicuring* specializzata da anni nelle indagini strutturali e non strutturali sul patrimonio edilizio (che ha gentilmente concesso le immagini fotografiche e termografiche riportate), vuol fornire qualche spunto di riflessione ed un supporto operativo per tutti coloro (tecnici ed operatori a vario titolo) che giornalmente sono coinvolti nel controllo e manutenzione degli edifici, illustrando le più importanti indagini che possono essere impiegate nell'individuazione delle cause di tali fenomeni, fino a presentare alcune tecniche di possibile messa in sicurezza.

## LA PERCEZIONE DEI RISCHI LEGATI ALLO STATO DI MANUTENZIONE DEGLI INTRADOSSI DEI SOLAI

Nella prassi comune il progettista che debba ideare o far realizzare un solaio è solito interrogarsi su come la struttura dovrà sostenere i “carichi” (pesi propri e di esercizio) e su come le varie sollecitazioni indotte potranno o meno causarne deformazioni, vibrazioni ed eventuali danneggiamenti (perlopiù delle finiture estradossali: pavimenti, rivestimenti, murature...); non sempre lo stesso peso viene invece dato ad alcuni aspetti (sia sul piano prettamente normativo che della prassi progettuale) relativi alle conseguenze che una o l'altra scelta tecnologica e realizzativa possa avere, al trascorrere del tempo, oppure su come le differenti modalità di finitura degli intradossi possano o meno sposarsi con l'utilizzo degli ambienti.

Tali riflessioni divengono ancor più indispensabili nell'ambito delle strutture esistenti, in cui cioè può non essere sufficiente fermarsi ad indagare resistenza, robustezza, deformazione, rigidità, etc. dei solai, ma invece può essere necessario porsi (anche) altri interrogativi riguardo al materiale costituente il solaio e specificamente:

- sui materiali costituenti l'intradosso: pignatte, tavelle, pannelle, tavolato in legno, calcestruzzo;
- sulle tipologie di finiture presenti: intonaco, controsoffitto, lasciato a vista (al “grezzo”);
- sulla presenza o meno di parti appese: impianti di illuminazione, riscaldamento, scarichi;

ed ancora:

- su come i componenti eventualmente appesi siano ancorati al solaio: se cioè i fissaggi sono stati opportunamente dimensionati e progettati;
- se è stata valutata l'adeguatezza del materiale impiegato alla destinazione degli ambienti: in relazione ad umidità, escursioni termiche, vibrazioni, fenomeni di fatica.

Già queste semplici domande costituiscono una prima traccia con cui riflettere sulle caratteristiche e le problematiche che possono essere riscontrate su un edificio.

Non è infatti insolito trovarsi di fronte a strutture, apparentemente, in buono stato di conservazione sul piano prettamente statico, e che però possono denotare in maniera improvvisa, ed imprevedibile, problemi di distacco di porzioni di intonaco, di fondelli di pignatte (fenomeno comunemente indicato come “sfondellamento” dei solai) o di controsoffitti (quest'ultimo fenomeno legato o meno a quello dello sfondellamento): le cause di ciò, come già accennato, sono da trovare talvolta in problemi di origine strutturale, ma più frequentemente possono essere motivati da aspetti del tutto indipendenti dai primi.

Ancora oggi si rileva una scarsa sensibilità a tali problematiche, forse dovuta ad una non sufficiente preparazione o conoscenza da parte dei tecnici coinvolti, ma sicuramente ad una limitata memoria storica su episodi che negli anni invece si sono ripetuti con maggiore o minore gravità e frequenza: basti pensare che solo nell'anno 2015 si sono verificati circa 200 episodi di caduta di “componenti non strutturali” dall'alto rappresentando ciò, quindi, uno dei pericoli più

frequenti per gli occupanti (in particolare si pensi ad edifici, come quelli scolastici, datati ed in cui tali episodi sono stati veramente ricorrenti).



**Tabella 1.1.** Casi di caduta di componenti dagli intradossi dei solai nell'anno 2015

<b>CAGLIARI</b>	Soffitto "Casa dello Studente"	<b>AGRIGENTO</b>	
<b>CARRARA</b>		<b>BOLOGNA</b>	Appartamento privato
<b>FIRENZE</b>	Teatro a Campi Bisenzio	<b>ANCONA</b>	
<b>GORIZIA</b>		<b>ANZIO</b>	
<b>IMPERIA</b>	Soffitto sala operatoria	<b>ASTI</b>	
<b>LECCO</b>		<b>BELLUNO</b>	Controsoffitto
<b>LIVORNO</b>		<b>BRESCIA</b>	Caduta soffitti in asilo nido appena ristrutturato
<b>MODENA</b>		<b>CAGLIARI</b>	
<b>NAPOLI</b>	Controsoffitto	<b>CATANIA</b>	Tunnel pronto soccorso
<b>OLBIA</b>	Caduti corpi illuminanti, scuola dichiarata inagibile	<b>MESTRE</b>	Sanità

[segue]

<b>OSTUNI</b>	Feriti 2 bambini	<b>MILANO</b>	
<b>PALERMO</b>		<b>OSTIA</b>	
<b>RAGUSA</b>	Tribunale	<b>PESCARA</b>	Soffitto e controsoffitto Università: 1 ferito
<b>RAVENNA</b>		<b>POZZUOLI</b>	
<b>RIVOLI</b>		<b>ROVIGO</b>	Uffici pubblici
		<b>SANREMO</b>	Chiusi 6 edifici, 2.000 alumni a casa
<b>SALERNO</b>	Appartamento privato	<b>SASSARI</b>	
<b>SAVONA</b>	Controsoffitto	<b>SASSUOLO</b>	Controsoffitto teatro
<b>TIVOLI</b>		<b>SESTO SAN GIOVANNI</b>	7 feriti
<b>TORINO</b>		<b>TERAMO</b>	Università
<b>VARESE</b>	Controsoffitto	<b>TRENTO</b>	

È forse doveroso un breve riepilogo degli episodi più gravi verificatesi negli ultimi anni (dati di cronaca):

- **2008 (Novembre)** – crollo di controsoffitto con morte di uno studente e 17 feriti al liceo Darwin di Torino (la Corte di Cassazione ha poi confermato sei condanne: tre a carico di funzionari della Provincia di Torino e tre per gli insegnanti).
- **2011 (Febbraio)** – distacco di porzioni di controsoffitto della scuola materna di Paternò (Catania): tre bambine di cinque anni restano ferite.
- **2012 (Febbraio)** – caduta di una plafoniera all’istituto d’arte di Massa (Massa Carrara): due studentesse vengono colpite, una resta ferita.
- **2012 (Novembre)** – crollo di un soffitto presso una Piscina Comunale, a Firenze: 5 feriti.
- **2013 (Gennaio)** – caduta di una porzione di intonaco nella scuola elementare di Rogoredo di Casatenovo (Lecco): tre bambini di sei anni rimangono feriti, riportando frattura di braccio, dito, lesione ad una spalla.
- **2013 (Novembre)** – crollo di un soffitto al Liceo classico Dettori di Cagliari: feriti un’insegnante e due studenti.
- **2014 (Febbraio)** – crolla l’intonaco del soffitto di una scuola elementare di Palermo: feriti tre bambini.
- **2014 (Settembre)** – crollo dell’intonaco nel soffitto della palestra in una scuola di Tivoli (Roma): feriti due insegnanti.
- **2015 (Gennaio)** – crollo del soffitto in un asilo del comune di Sesto San Giovanni (MI): sette bambini feriti.
- **2015 (Aprile)** – crollo di un soffitto in una scuola elementare ad Ostuni (BR): feriti due bambini.
- **2015 (Aprile)** – crollo del soffitto all’Università D’Annunzio di Pescara: ferita un’insegnante.

D'altra parte è ugualmente molto significativo il quadro conoscitivo dell'edilizia scolastica fornito dal rapporto annuale 2013 "Ecosistema scuola XIV edizione" che ha preso in esame 5.301 edifici scolastici di competenza dei comuni capoluogo di provincia (dati Legambiente):

- nel 2012 l'investimento medio per la manutenzione straordinaria ad edificio scolastico si è ridotto del 30% (passando da una media di 43.382 del 2011 ad una di 30.345 euro);
- oltre il 70% degli edifici scolastici ha lesioni strutturali;
- in oltre il 30% dei casi non vengono effettuati interventi manutentivi;
- oltre il 60% degli edifici scolastici sono stati costruiti prima del 1974 (entrata in vigore della normativa sismica);
- il 37,6% delle scuole necessita di interventi di manutenzione urgente;
- il 40% delle scuole sono prive del certificato di agibilità;
- il 38,4% delle scuole si trova in aree a rischio sismico;
- il 60% delle scuole non ha il certificato di prevenzione incendi;
- la verifica di vulnerabilità sismica è stata realizzata solo sul 27,3% degli edifici ed in particolare: nei Comuni che si trovano in area a rischio sismico zona 1 e 2, solo il 21,1% degli edifici ha compiuto tale verifica.

Per avere una proiezione più completa della potenziale estensione dei rischi legati ai problemi sugli elementi non strutturali (e nello specifico di caduta di componenti dall'alto) si possono richiamare (Fonte ISTAT e Centro Studi Consiglio Nazionale Geologi) anche questi ulteriori dati legati al patrimonio scolastico ed ospedaliero (anch'esso, assieme appunto a quello scolastico, tra i più datati e vulnerabili sotto questo aspetto, vista anche la particolare tipologia di utenza che vi si trova giornalmente):

**Tabella 1.2.** *Le strutture scolastiche in Italia: stock, unità locali, addetti*

	Totale	di cui	
		Pubbliche	Private e no profit
Edifici	63.485	n.d.	n.d.
Superficie delle Unità Locali (m <sup>2</sup> )	78.455.675	69.826.781	8.628.894
Unità locali	72.801	45.146	27.655
Addetti	1.454.665	1.305.203	149.462

Fonte: Elaborazione e stime Centro Studi Consiglio Nazionale Geologi su dati CRESME/SI, ISTAT 2001

**Tabella 1.3.** *Alunni, classi, alunni con disabilità per regione – A.S. 2014/2015*

Regione	Totale		
	Alunni	Classi	Alunni con disabilità
Piemonte	537.274	25.046	13.939
Lombardia	1.181.659	53.135	33.089
Veneto	607.490	28.462	15.620
Friuli Venezia Giulia	146.095	7.282	3.056
Liguria	174.503	8.055	5.137

[segue]

## COME VIENE INQUADRATO DALLE NORME IL PROBLEMA DELLE VULNERABILITÀ

*(elementi secondari e vulnerabilità non quantificabili numericamente)*

A seguito della drammatica vicenda del Liceo Darwin (morte di uno studente per crollo del soffitto di un'aula), risalente al novembre 2008, nel 2009 viene pubblicato un documento a cura della Protezione Civile (Giugno: “*Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti*”) ed anche stipulata un’*“Intesa istituzionale concernente indirizzi per prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità di elementi non strutturali negli edifici scolastici”*. Questi i documenti più attinenti al tema del rischio di caduta di elementi non strutturali e che riprenderemo più avanti.

Va inoltre ricordato che sempre nel 2008 (Gennaio) venivano pubblicate le “*Nuove norme tecniche per costruzioni*” e nel successivo Febbraio (2009) la “*Circolare esplicativa*” (nella quale si trattano gli *elementi non strutturali e le vulnerabilità non quantificabili numericamente* per lo più in relazione al verificarsi di eventi sismici).

Partiremo proprio da alcuni spunti forniti da quest’ultima, riportandone un breve estratto.

---

### (C8A.9. INDICAZIONI AGGIUNTIVE PER GLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E GLI IMPIANTI SOGGETTI AD AZIONI SISMICHE)

*«I danni causati dal terremoto ai componenti e ai sistemi non strutturali sono stati una fonte di grande preoccupazione per diversi decenni. Mentre ci sono stati notevoli miglioramenti nella risposta dei sistemi strutturali resistenti alle forze laterali, i terremoti hanno continuato a rivelare la poca attenzione prestata all’ancoraggio e al controventamento dei componenti e dei sistemi non strutturali. Persino nei casi in cui i terremoti hanno causato danni di piccola entità o addirittura nulli ai sistemi strutturali degli edifici, i componenti non strutturali hanno subito danni estesi, soprattutto a causa di un ancoraggio o controventamento impropri.»*

---

Non si deve inoltre sottovalutare, a tal proposito, come gli elementi secondari possano causare, per la loro estensione, conseguenze potenzialmente ancor più ampie di quelle dovute agli elementi strutturali (anche se ovviamente “meno” gravi in senso stretto): si pensi alle conseguenze per la caduta di interi plafoni di solaio o di estese parti di controsoffitto, e ciò che ne può conseguire sia in termini di elementi che possono investire gli occupanti sia per la possibile occupazione di vie di fuga (ad esempio se in concomitanza al verificarsi di eventi sismici o incendi...).

---

*«I danni sismici alle installazioni non strutturali non solo possono risultare costosi, ma possono anche rendere la struttura inutilizzabile per un periodo di tempo che può variare da alcune settimane a diversi mesi. L’ancoraggio ed il controventamento corretti dei componenti e dei sistemi non strutturali è cruciale in strutture strategiche, come gli ospedali, e possono contribuire a che questi servizi siano disponibili e utilizzabili subito dopo una calamità.»*

---

La circolare, affrontando tali aspetti, da un lato rimanda – per le verifiche – alle N.T.C. (§§ 7.2.3 e 7.2.4) dall'altro propone alcuni criteri elementari coi quali approcciarsi alla scelta degli interventi eventualmente necessari, valutando:

- *sismicità (identificata dalla Zona Sismica);*
- *vulnerabilità sismica del componente;*
- *importanza del componente per la funzionalità nel periodo post-terremoto;*
- *costo e grado di interruzione dei servizi necessari per adeguare o ancorare il componente.*

I criteri appena elencati possono risultare utili anche nell'analisi delle conseguenze dei crolli di elementi non strutturali e di rivestimento degli intradossi; infatti se applicassimo tale approccio al fenomeno di “caduta intonaco, pignatte o controsoffitti” potremmo chiederci:

- l'eventuale distacco di parti di intonaco, pignatte o controsoffitti che ruolo può rivestire nel post terremoto?
- i componenti scelti o presenti consentono un agevole e sicuro deflusso degli occupanti, o viceversa, possono diventare – essi stessi – motivo di pericolo e di intralcio?
- quali sono i costi ed i tempi di interruzione dei servizi per permettere l'eventuale adeguamento dei componenti interessati?

Sempre rifacendosi alla circolare, infatti:

---

*«Lo scopo è concentrare le risorse di progettazione e di costruzione sui miglioramenti sismici non strutturali più critici e convenienti da un punto di vista di rapporto costo/benefici.»*

---

La Tabella C8A.9.1 della Circolare n.207/2009 riporta (soprattutto per complessi ospedalieri) raccomandazioni per le installazioni già esistenti e per quelle nuove (vengono segnalate tipologie di componenti non strutturali che dovrebbero essere sismicamente ancorati, se installati ex novo, ma sui quali potrebbe non essere conveniente intervenire, se già esistenti).

---

*«In generale i sistemi che hanno un'elevata vulnerabilità, una grande importanza, e un basso costo di adeguamento sismico e una limitata interruzione dei servizi necessaria per portare a termine l'adeguamento, sono da considerarsi come CANDIDATI PER L'ADEGUAMENTO IN TUTTE LE ZONE SISMICHE. I sistemi a bassa vulnerabilità o poca importanza, costosi o gravosi da adeguare in termini di interruzione dei servizi dovrebbero essere considerati per l'adeguamento nelle zone 1 e 2.»*

---

Se applichiamo quindi tale metodologia di scelta ai componenti esaminati (soffitti e controsoffitti) possiamo allora ugualmente porci tali domande:

- Possiedono elevata vulnerabilità?  
*Tali componenti possiedono vulnerabilità anche a prescindere dalle azioni sismiche (ne sono testimonianza i crolli spontanei avvenuti negli anni): quindi la risposta è sicuramente affermativa.*
- Hanno grande importanza?  
*I componenti rivestono importanza per gli utilizzatori a tal punto da arrivare ad impedire l'utilizzo degli ambienti o divenire rischiosi in caso di caduta dall'alto.*

- Comportano basso costo di adeguamento?  
*Il costo dell'adeguamento può essere non necessariamente elevato.*
- Causano limitata interruzione dei servizi?  
*Il loro adeguamento può essere spesso effettuato per step successivi anche senza interruzione dei servizi presenti e non necessariamente in maniera invasiva.*

In conclusione, per tali motivi tali componenti “sembrebbero” elementi candidati all'adeguamento in tutte le zone sismiche; in realtà la circolare attribuisce a questi componenti un'importanza medio-bassa ed una vulnerabilità medio-bassa ed indica la necessità di adeguamento degli elementi solo in zone sismiche 1 e 2.

Tali indicazioni possono quindi risultare piuttosto limitate e parziali.

**Tabella 2.1.** Raccomandazioni per la valutazione e l'adeguamento di componenti non strutturali esistenti e per l'ancoraggio di componenti non strutturali di nuova installazione al variare della zona sismica (stralcio Tabella C8A.9.1 – Circolare n. 617/2009)

Componente	Vulnerabilità <sup>(1)</sup>	Importanza	Costo & interruzione per l'adeguamento	Valutazione / adeguamento se esistenti nelle zone <sup>(2)</sup> :	Ancoraggi se nuovi nelle zone <sup>(2,3)</sup> :
<b>Componenti architettonici</b>					
Soffitto sospeso o a pannelli	Bassa	Medio-bassa	Medio	1	
Lampadari su controsoffitti	Bassa	Media	Medio-basso	1	1 2
Tamponamenti interni non armati in muratura	Media	Media	Molto alto		1 2
Muri esterni di mattoni non rinforzati	Media	Media	Molto alto		1 2
<p>(1) La vulnerabilità è quella assunta per alta sismicità.</p> <p>(2) Le raccomandazioni si basano sulle osservazioni dei danni dei terremoti passati e sull'ipotesi di vulnerabilità, importanza e costi di adeguamento per sistemi tipici.</p> <p>(3) La colonna “Ancoraggi se nuovi nelle zone” riguarda i componenti o i sistemi di nuova installazione in edifici sia nuovi che esistenti.</p> <p>(4) Per i componenti fissati sul pavimento o sul tetto il rapporto di ribaltamento è pari <math>h_c / x_{min}</math>, dove <math>h_c</math> è l'altezza del baricentro del componente sopra la sua base, e <math>x_{min}</math> è la distanza orizzontale più breve dal baricentro al bordo della base del componente.</p>					

Tra gli ulteriori riferimenti “normativi” che affrontano il problema del “rilievo delle criticità presenti negli edifici” e che quindi possono essere utili per comprendere il problema delle vulnerabilità di tipo non strutturale, si possono ancora citare:

- FEMA (Federal Emergency Management Agency “protezione civile” – U.S.A.) n. 154 (2015), 155, 178 (relative al rischio sismico).
- Linee guida C.N.R. e Regione Molise (Dolce – 2003, a seguito del sisma del 2002 in Molise, crollo asilo di “San Giuliano di Puglia”) per la valutazione della Vulnerabilità degli edifici scolastici.
- Raccomandazioni congiunte U.S.A. – Italia (2000) ATC 51 (soprattutto concernenti gli ospedali ed opere provvisionali post sisma).

In particolare queste ultime (Capitolo 6 “*Tipologie di Componenti Non Strutturali e Considerazioni Progettuali*”, del quale si riportano di seguito alcuni estratti) forniscono spunti interessanti relativamente alle **modalità realizzative dei controsoffitti** (si deve anche citare come

ulteriore importante riferimento su modalità di prova e realizzative dei controsoffitti la UNI EN 13964 “*Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova*”), da ATC51, Cap. 6:

---

«6.13. Tipo K: Controsoffitti

6.13.1. Componenti tipici

*Gli elementi di finitura dei soffitti possono essere fissi (attaccati direttamente all'intradosso della soletta) oppure sospesi (cioè controsoffitti). I controsoffitti possono essere continui (tipicamente fatti di cartongesso o intonaco) oppure a pannelli (tipicamente fatti da rettangoli prefabbricati di materiale isolante leggero sostenuti da una griglia metallica).*

*Un tipo comune di controsoffitto in edifici più recenti è quello chiamato soffitto a pannelli “lay-in”: un grigliato di profilati metallici a T che sostiene i pannelli del soffitto, i lampadari e i diffusori dell'aria condizionata. I lampadari ed i diffusori dovrebbero essere sospesi in modo indipendente dal resto del controsoffitto, ma nella pratica spesso sono connessi. Anche quando lampadari e diffusori sono sospesi in modo indipendente dal controsoffitto, a volte dipendono dal telaio di supporto del controsoffitto per resistere all'azione delle forze sismiche.*

6.13.2. Comportamento tipico dei componenti non progettati per il sisma

*I soffitti pannellati “lay-in” mancano di continuità e rigidità nel piano, e per questo sono vulnerabili al danneggiamento sismico. L'oscillazione del telaio di supporto di questi controsoffitti, se non ancorato o controventato, può provocare l'apertura di spazi tra i supporti, spazi che possono causare a loro volta la caduta di pannelli e lampadari. Il collasso dell'intera griglia di supporto del controsoffitto è spesso causato dal carico addizionale dovuto ai lampadari non ancorati alla struttura.*

*Talvolta i controsoffitti sono indeboliti da file di diffusori di luce, che essenzialmente ne interrompono la continuità e l'integrità strutturale. L'interazione tra vari componenti non-strutturali posizionati all'altezza del soffitto può causare danni al controsoffitto, quando l'oscillazione di condotti, tubature, o telai di supporto dei cavi elettrici fa impattare questi ultimi con i cavi metallici di controvento del controsoffitto. (...)*

*Altri tipi di danno associati ai controsoffitti sono dovuti al martellamento in corrispondenza della sommità delle partizioni e degli sprinkler (con conseguente danno al contenuto dell'edificio causato dalle perdite d'acqua).*

*Il martellamento è dovuto a uno spazio insufficiente tra partizione e controsoffitto. Si noti che, anche quando sono controventati con cavi diagonali, i controsoffitti sospesi sono comunque soggetti a spostamenti orizzontali durante il terremoto, a volte sufficienti a causare danni, anche se non seri.»*

---

La Sezione 6.2.6 di NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures (2000 Edition, Part 2, Commentary, BSSC 2001) riporta la seguente nota:

---

*«Prove dinamiche eseguite da ANCO Engineers, Inc. (1983) su controsoffitti sospesi costruiti secondo gli standard correntemente in uso nell'industria (UBC Standard 25-2) hanno dimostrato che il sistema di cavi diagonali, anche se corredato da un'asta verticale agente in compressione, può non essere sufficiente a limitare adeguatamente il moto orizzontale del controsoffitto. Questo succede a causa della flessibilità dei cavi, introdotta dallo sfilamento degli anelli alle estremità. Inoltre i cavi diagonali sono spesso installati poco tesi, sia per prevenire che una trazione eccessiva nei cavi sollevi in alcuni punti la griglia di supporto del controsoffitto, sia per evitare attrezzature e impianti di servizio che si trovano tra il controsoffitto e la struttura. Abbastanza spesso i cavi di controvento non vengono installati a causa della difficoltà di passaggio.*

## ALLE ORIGINI DEL PROBLEMA SFONDELLAMENTO

Per poter meglio comprendere l'entità del "problema sfondellamento" è necessario fare innanzitutto alcune considerazioni sul peso degli elementi che possono staccarsi dai soffitti e potenzialmente investire gli occupanti.

Di seguito alcune caratteristiche.

### IPOTESI 1

- intonaco (sp. 1÷1,5 cm) = 20÷30 kg/m<sup>2</sup>
- pignatta (grande variabilità di tipologie e pesi):
  - (tipologia 1: dim. 12×40×25 cm; int. travetto = 50 cm; n. 8/m<sup>2</sup>) = 52 kg/m<sup>2</sup>;
  - (tipologia 2: dim. 24×50×25 cm; int. travetto = 60 cm; n. 7/m<sup>2</sup>) = 97 kg/m<sup>2</sup>;

TOTALE = 72÷127 kg/m<sup>2</sup>

### IPOTESI 2

- intonaco (sp. 1÷1,5 cm) = 20÷30 kg/m<sup>2</sup>
- tavella/tavellone:
  - (tipologia 1: tavella rigata, 25×50 cm, sp. 3 cm) = 30 kg/m<sup>2</sup>
  - (tipologia 2: tavellone rigato, 25×120 cm, sp. 6 cm) = 37 kg/m<sup>2</sup>

TOTALE = 50÷67 kg/m<sup>2</sup>

### IPOTESI 3

Controsoffitto in cartongesso (spessori totali pacchetto finitura: 9÷45 mm) compresa struttura di supporto (sospensione+orditura)

TOTALE = 15÷50 kg/m<sup>2</sup>

### IPOTESI 4

Controsoffitto in pannelli removibili:

- pannelli (gesso alleggerito dim. 60×60 cm, sp. 2 cm) = 9 kg/m<sup>2</sup>
- pannelli leggeri (fibra) = 5 kg/m<sup>2</sup>
- struttura di supporto = 5÷15 kg/m<sup>2</sup>

TOTALE = 10÷25 kg/m<sup>2</sup>

### IPOTESI 5

Controsoffitto in "cannicciato" (con cannicce o rete, e gesso):

- intonaco, cannicce, finitura, sospensione

TOTALE = 25÷30 kg/m<sup>2</sup>

Come visto quindi il distacco di componenti o parti di essi dall'intradosso del solaio può portare alla caduta di materiali aventi pesi da medi a modesti od anche elevati: il range varia dai 10 kg/m<sup>2</sup> dei sistemi più leggeri (controsoffitti) agli oltre 100 kg/m<sup>2</sup> dei soffitti con pignatte; sono

necessarie ovviamente alcune precisazioni, una peggiorativa ed una migliorativa: da un lato è infatti necessario tener conto che la caduta dei controsoffitti è potenzialmente spesso legata al carico che vi si deposita sopra, cioè del preventivo distacco di parti (fondelli) dal sovrastante intradosso di solaio (aspetto questo, dell'impossibilità di monitorare e valutare l'evolversi del fenomeno, che rappresenta un pericoloso limite dei controsoffitti), dall'altro è altamente improbabile (se non impossibile) che avvenga la caduta dell'intera pignatta, limitandosi più verosimilmente alla porzione di fondello, cioè quella più bassa della pignatta, o comunque non oltre  $1/3 - 1/2$  dell'altezza complessiva della stessa.

Queste semplici considerazioni fanno quindi propendere per un carico stimabile e di cui tener conto che si può ragionevolmente aggirare, nei casi più gravi, attorno ai **60-80 kg/m<sup>2</sup>** e che rimane comunque un peso notevole che può causare gravissime conseguenze per gli occupanti investiti (su un ambiente di 25 m<sup>2</sup> – un'aula di medie dimensioni – il verificarsi di distacco e caduta per circa il 50% della superficie totale può portare ad un carico complessivo di circa una tonnellata). Appare inoltre ancor più evidente come sia necessaria un'attenta analisi dello stato di conservazione degli intradossi per poter anche giungere ad un corretto inquadramento dei carichi di cui tener conto.

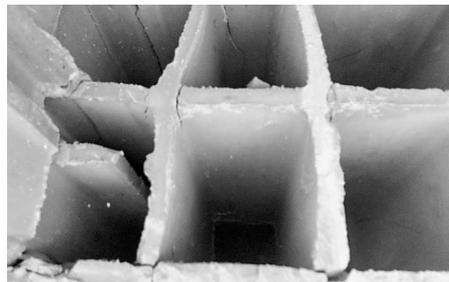
Per innescare il distacco di porzioni di finitura, sia essa intonaco o pignatta, tavellone, o questi insieme, deve innanzitutto avvenire una **frattura a livello locale del componente interessato**; in altri casi, pensando ad esempio ai controsoffitti, le casistiche "aumentano" poiché maggiori sono i componenti che li compongono: fissaggi, pendinature, orditure, finiture e quindi i punti di debolezza del sistema possono anche aumentare.

Di seguito alcune considerazioni sui motivi più ricorrenti.

#### ***A – Perdita di aderenza al supporto da parte dell'intonaco***

Le cause che portano al distacco degli intonaci possono essere legate alla loro stessa composizione: ad esempio intonaci con forti componenti di cemento possiedono grande rigidità e bassa traspirabilità, sono fisiologicamente predisposti a formazione di cavillature che, col trascorrere del tempo, aprono una strada all'innescarsi di fenomeni, ben maggiori, di distacco più o meno esteso.

Viceversa intonaci con alte componenti, o totalmente, di gesso possono facilmente attaccare i materiali acciaio-ferrosi con cui si trovano a contatto, come le armature eventualmente presenti: ciò unito ad uno scarso o pressoché nullo spessore di copriferro, può innescare la corrosione; inoltre tali materiali risultano particolarmente sensibili ad eventuali piccoli assestamenti del supporto, fragili e soggetti a rigonfiamento in presenza di umidità o di infiltrazioni.



Nell'immagine di sinistra si nota facilmente la scadente aderenza dell'intonaco sul fondello con formazione di lesioni ed avvio del distacco; nell'immagine di destra si può osservare come

la rigidità della finitura abbia comportato o contribuito alla frattura del punto di collegamento tra alette verticali e fondello.

Altri casi di dissesti tipicamente legati agli intonaci possono essere quelli dovuti ad errori commessi al momento della posa, per mancata preparazione dei supporti, intradossi eccessivamente o scarsamente umidi, in relazione alle condizioni igrometriche in cui ci si trova ad operare (in genere è consigliabile: temperatura compresa fra i 5 e i 20 °C, ed  $U_r$  pari a circa il 50%); oppure a causa delle modalità di stesura: strati non stesi uniformemente o senza il rispetto delle dovute tempistiche (realizzazione “strato su strato” oppure in una unica soluzione).

Su questi fattori, intrinseci al materiale ed alla modalità di posa, possono poi innescarsi cause esterne, tra cui le più diffuse:

- umidità eccessiva degli ambienti (è frequente trovare distacchi in atto nei locali destinati ai servizi igienici o in presenza di piscine, spogliatoi, locali interrati);
- infiltrazioni (fasce ai bordi dei solai, verso le facciate, o in prossimità di cavedi e cassette degli scarichi o dei pluviali);
- eccessive dilatazioni dovute ad escursioni termiche che possono portare con cicli continui di surriscaldamento e raffreddamento, a fratture per attrito col supporto (tipico caso riscontrabile negli ambienti scolastici, nelle palestre e con maggior frequenza nei locali sottotetto o in presenza degli intradossi di solaio all’ultimo piano con sovrastanti coperture piane se non sufficientemente isolate e coibentate).

A proposito dei problemi dati dall’intonaco (che può “strappare” il fondello delle pignatte e dei travetti), il D.M. 9 gennaio 1996 (riguardo alla solidarizzazione tra intonaci e superfici di intradosso), così recitava: «*Qualora si impieghino materiali d’intonaco cementizi aventi resistenza caratteristica a trazione superiore a 1 N/mm<sup>2</sup> dovranno adottarsi spessori inferiori ad 1 cm o predisporre armature di sostegno e diffusione opportunamente ancorate nelle nervature*», provvedimento in vero raramente riscontrato.

L’osservazione e l’analisi delle condizioni dell’intonaco sono di fondamentale importanza in quanto, oltre che permettere di prevenire, come ovvio, il rischio della possibile caduta di sue parti, costituiscono di fatto l’unico **fattore premonitore evidente** prima dell’accadimento di fenomeni ancora più gravi quali la rottura dei fondelli del solaio; in tal senso uno screening di primo livello su tutte le superfici potenzialmente a rischio è sempre auspicabile, ad esempio (si anticipa già quanto vedremo meglio nei prossimi paragrafi) incrociando graficamente il posizionamento delle lesioni rilevate con quello ottenuto dall’esame termografico delle superfici intradossali ed andando ad evidenziare se tali lesioni e cavillature siano disposte parallelamente o trasversalmente ai travetti.

### ***B – Deformazione e frattura di porzioni di pignatta con conseguenti rottura e successiva caduta***

Volendo elencare i principali motivi di degrado degli intradossi che possono portare specificamente al distacco dei fondelli si deve innanzitutto fare una distinzione tra quelli di origine “interna” al componente e quelli di origine “esterna”.

#### ***Origine interna***

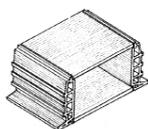
In questa casistica (oggi giorno sempre più rara nei nuovi prodotti, ma che si riscontra frequentemente e talvolta diffusamente in quelli in opera) rientrano danni provocati all’interno del componente, come cricche cavillature o vere e proprie fessurazioni, che possono essere legati a:

- *Modalità di preparazione del materiale* costituente la pignatta per errori: avvenuti durante il processo di estrusione-essiccamento-cottura o riguardanti il raffreddamento dopo la cottura o il dosaggio nell'impasto;
- *Errori concettuali nel disegno della geometria* dei setti che compongono le camere delle pignatte (soprattutto in presenza di ipotesi sperimentali o frutto di brevetti, come frequentemente avvenuto in passato) con effetto di punzonamento tra le varie pareti (innesco di tensioni interne).

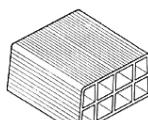


Nella precedente immagine di sinistra è ben visibile la frattura dovuta alle tensioni che si sono concentrate, in basso, in corrispondenza dello spigolo creato dal disegno della pignatta; nell'immagine di destra la frattura è stata provocata nella posizione opposta, in alto, ed anche in tal caso legata alla particolare forma svasata.

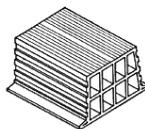
La geometria delle pignatte, come detto, riveste un ruolo importante: le pignatte poste in opera in edifici datati spesso non rispecchiano alcun dettame normativo ma sono frequentemente legate ai brevetti che via via negli anni vari prefabbricatori o fornaci hanno sviluppato; sotto viene riportata una possibile casistica con forme sperimentate nel periodo 1935-1943<sup>1</sup>.



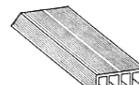
Impalcatura a casseforme Frazzi



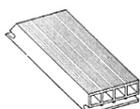
Blocco a lati inclinati



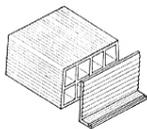
Tavellone ad alette



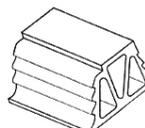
Tavellone forato piano



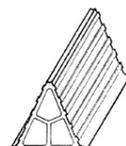
Tavellone Monorepid



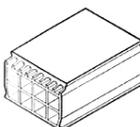
Elemento per solaio a travi incrociate Frazzi



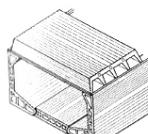
Elemento per solaio Dadeco



Elemento per solaio Berra



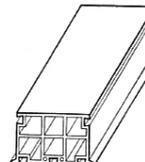
Elementi per solaio Excelsior



Struttura solaio Stimip 5



Tavellone Miozzo-Salerni



Elemento del solaio Sap

<sup>1</sup> Da "The First Experimentations on the Hollow Tile Floors in Western Sicily" – Tiziana Basiricò, Antonio Cottone, Dipartimento progettazione e costruzione edilizia, Università degli Studi di Palermo.

## METODOLOGIE DI INDAGINE “NON DISTRUTTIVE”

Abbiamo visto nei capitoli precedenti quelle che possono essere le cause più frequenti che portano al distacco di intonaco, dei fondelli di laterizio delle pignatte, alla rottura e distacco delle tavelle nel caso di soffitti “a camera d’aria”, ovvero cosiddetti “controsoffitti in laterizio” (capitolo 3), ed anche alla caduta dei controsoffitti (capitoli 2 e 3).

Come detto in precedenza una utile guida per indagare ed esprimere un giudizio sullo stato di conservazione degli elementi esaminati può essere quella costituita dal già richiamato Capitolato Tecnico redatto dal CONSIP: in esso vengono presentate alcune metodologie, secondo anche una precisa sequenza logica.

Per l’effettuazione di *indagini sui soffitti* (intradossi solai):

- un primo approccio di ispezione visiva e con impiego di termocamera al fine di individuare la tipologia di solaio (lo “scheletro strutturale”), circoscrivere le aree in cui approfondire le indagini o evidenziare quelle con le problematiche più evidenti o di immediato intervento;
- un primo approfondimento costituito dall’esecuzione della “battitura manuale” delle superfici circoscritte dalle precedenti indagini;
- un ulteriore affinamento tramite l’impiego di un’indagine strumentale (acustica, impulsiva, dinamica) che consenta di giungere ad un giudizio sul possibile rischio secondo criteri comparativi (tra parti in buono stato e parti in cui si sospettano o si sono evidenziati problemi).

Assieme a tali aspetti viene raccomandata l’esecuzione di saggi esplorativi (almeno: 1 ogni 250 m<sup>2</sup>, o per ogni tipologia costruttiva di solaio) finalizzati alla individuazione di eventuali difetti locali o estendibili a superfici più vaste (se ad esempio legati alle modalità realizzative dei componenti il solaio).

Per l’effettuazione di *indagini sui controsoffitti di tipo “non ispezionabile”* (cioè la cui ispezione in maniera estesa comporterebbe la necessità di rimuovere completamente gli elementi costituenti e tra essi vengono compresi: quelli “con camera a canne” o “in cannicciato”; quelli costituiti da lastre di cartongesso, oppure quelli con pannelli – in gesso o altro materiale – aventi struttura portante nascosta e la cui rimozione comporterebbe il danneggiamento del controsoffitto medesimo):

- ispezione visiva dall’esterno/intradosso per individuare avvallamenti, infiltrazioni, fessurazioni, ammaloramenti della finitura;
- ispezione visiva dall’interno/estradosso, previa apertura di un passaggio per individuare tipologia, interasse e modalità di fissaggio dei pendini;

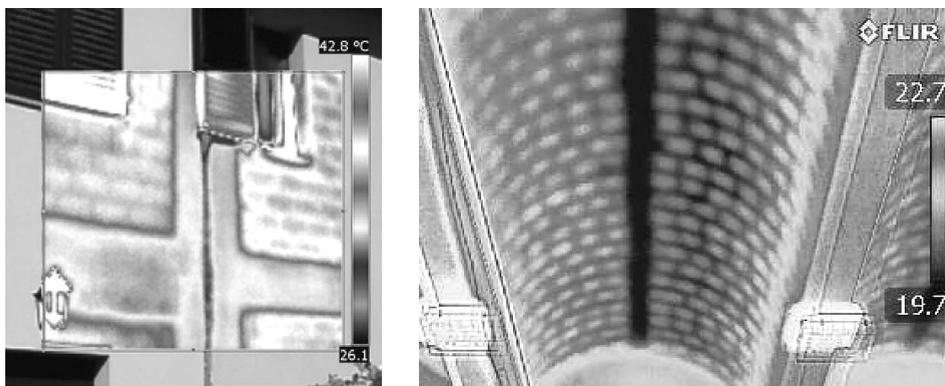
- esecuzione di prova di carico sui pendini, tenendo conto del peso degli elementi sorretti dagli stessi.

Per l’effettuazione di *indagini sui controsoffitti di tipo “ispezionabile”* (cioè tutti quelli che consentono l’agevole rimozione degli elementi/pannelli di finitura):

- ispezione visiva dall’esterno/intradosso per valutare lo stato di conservazione dei componenti o eventuali ammaloramenti;
- ispezione visiva dall’interno/estradosso, previa apertura “a campione” dei pannelli per individuare tipologia, interasse e modalità di fissaggio dei pendini;
- esecuzione di prova di carico sui pendini, tenendo conto del peso degli elementi sorretti dagli stessi.

Per quanto riguarda le indagini sui controsoffitti *non ispezionabili* può essere inoltre consigliata l’esecuzione anche di analisi dell’intradosso tramite termocamera per individuare agevolmente l’orditura portante o il posizionamento e fissaggio di eventuali ulteriori elementi appesi, quali: plafoniere, bocchette di areazione, elementi poggiati all’interno del controsoffitto o, ancor peggio, su di esso caduti (ad esempio fenomeni silenti di sfondellamento del solaio sovrastante), aspetti questi più direttamente valutabili nel caso invece di soffitti di tipo ispezionabile.

Nella specifica Appendice 1 di questo volume vengono forniti alcuni schemi riepilogativi indicanti sia metodologie di indagine suggerite (e relative strumentazioni necessarie) sia un possibile confronto tra componente indagato-esame necessario-rischio evidenziato-possibile intervento (per quest’ultimo aspetto vengono suggeriti, dall’autore a titolo esemplificativo, alcuni possibili interventi che dovranno però essere condivisi o definiti più precisamente in accordo con l’affidatario delle indagini).



**Figura 4.1.** Riprese termografiche di facciata (giunto rilevato tra due edifici) ed intradosso di volta; la termografia rappresenta la tecnica più utile e rapida per effettuare una prima ricognizione sugli ambienti ed individuare o riscontrare facilmente le prime informazioni disponibili

Di seguito alcuni esempi su quelle che comunemente sono le tecniche maggiormente impiegate in alcuni casi pratici.

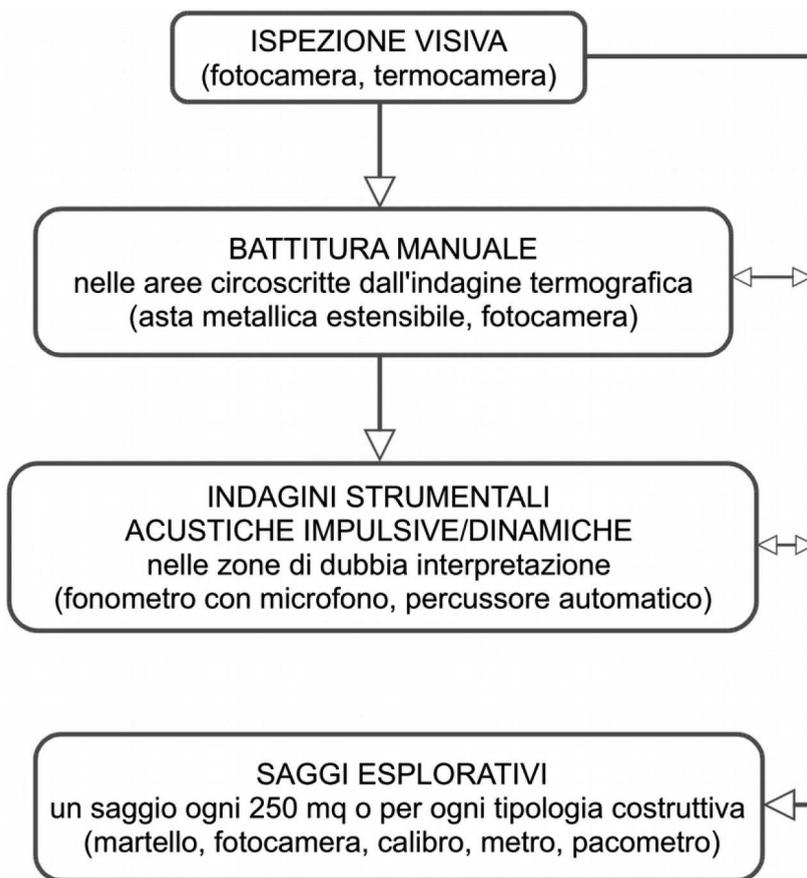
## APPENDICE 1

### **Schede operative per l'esecuzione di ispezioni e controlli su soffitti e controsoffitti\***

\* Indicazioni dedotte da: *Allegato 1 al bando "servizi professionali" per l'abilitazione di fornitori e servizi (categoria diagnostica degli edifici) per la partecipazione al mercato elettronico della pubblica amministrazione – redatto da CONSIP (Luglio 2015 – Giugno 2016)*

La presente Appendice raccoglie alcune schede di carattere pratico-operativo da poter impiegare nel corso di sopralluoghi ed ispezioni.

Le schede seguono, nell'individuazione del "livello di rischio", la classificazione suggerita dal già citato Allegato 1 redatto da CONSIP (Luglio 2015 – Giugno 2016); vengono inoltre forniti alcuni suggerimenti esemplificativi per ciò che riguarda i possibili metodi di indagine e di intervento e sulla tempistica entro cui intervenire (aspetti questi da commisurare di volta in volta in base all'effettiva situazione reale riscontrata).

**INDAGINI SUI SOFFITTI (intradosso solai)**

APPENDICE 2

**Archivio commentato delle tipologie storiche  
di controsoffitti e solai**

## SOMMARIO

### **A. Sistemi realizzativi dei controsoffitti**

#### A.1 – Sistemi leggeri

A.1.1 – Plafone in rete metallica

A.1.2 – Sistema Stauss

#### A.2 – Sistemi “pesanti” in laterizio

A2.1 – Sistema Perret o similare

### **B. Sistemi realizzativi di solai e soffitti**

#### B.1 – Sistemi a “voltine”

#### B.2 – Sistemi a “camera d’aria”

B.2.1 – Solai con struttura portante in acciaio

B.2.2 – Solai con travetto portante in calcestruzzo gettato

B.2.3 – Solai con travetto portante prefabbricato

#### B.3 – Solai con pignatte di “alleggerimento”

B.3.1 – Solai ad orditura semplice

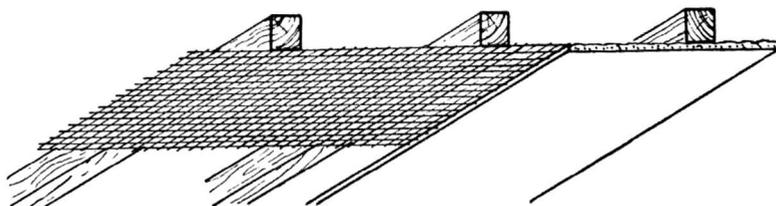
B.3.2 – Solai ad orditura incrociata

#### B.4 – Solai con pignatte “collaboranti” (senza soletta superiore)

## A. Sistemi realizzativi dei controsoffitti storici

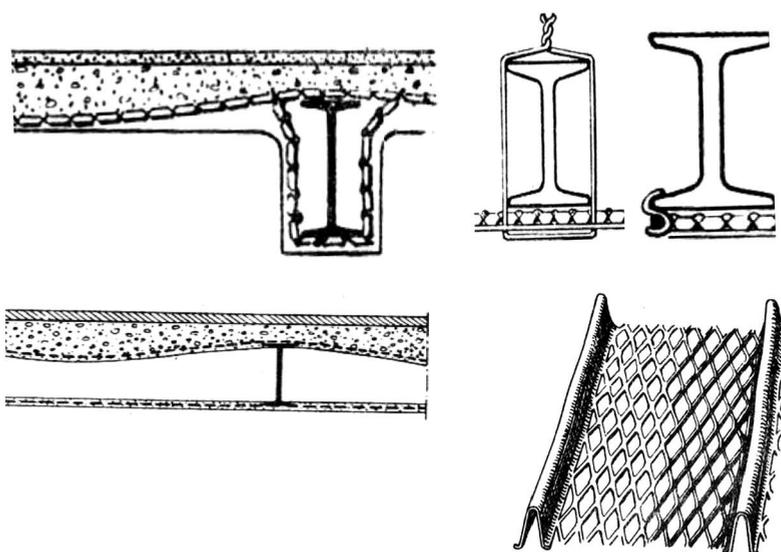
### A.1. Sistemi leggeri

#### A.1.1. Plafone in rete metallica



*Rete metallica fissata alla struttura portante; altra variante può essere costituita da “canne” tagliate ed intrecciate e rese coese dalla malta*

#### A.1.2. Sistema Stauss



*Sistema a “graticcio” (con finitura in calcestruzzo a grana fine) collegato a struttura portante in profili di acciaio*

Tali tipologie, nascondendo ed isolando gli elementi sottostanti, possono dar luogo a formazione di condense e muffe (soprattutto nocive per elementi lignei).

Nella soluzione con rete metallica o graticcio, se lo strato di finitura è realizzato in gesso, si può instaurare un danneggiamento anche dell'anima metallica della rete.

Una variante storicamente più datata è quella realizzata con canne (schiacciate o tagliate) che può assumere nomi diversi e leggere varianti (“camorcanna”, “incannucciato”, “grisiolo”) ma che è sostanzialmente costituita da parti di canne o listelli intrecciati tra loro (o uniti in stuoie con

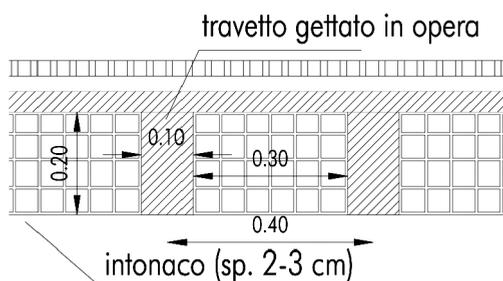
### APPENDICE 3

## **Esempio di dimensionamento degli ancoraggi da impiegare per il fissaggio di presidi antifondellamento**

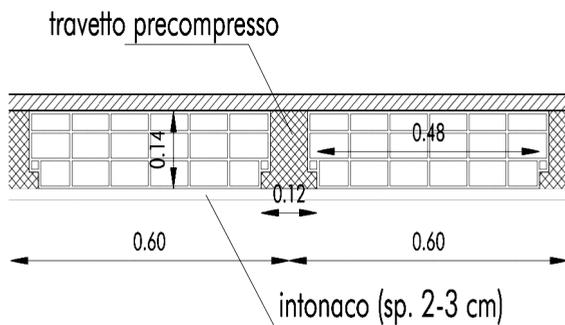
Per il corretto dimensionamento sia del sistema antisfondellamento sia delle sue modalità di ancoraggio alle strutture portanti è necessario innanzitutto basarsi su un rilievo geometrico e materico puntuale ed accurato che consenta di individuare problematiche sia generali che locali che possono essere presenti nella struttura portante (scala di accertamento “microscopica/macroscopica”); partendo dal presupposto di aver già eseguito correttamente tale fase preliminare essenziale, daremo di seguito alcune indicazioni di massima che possono essere d’esempio per il dimensionamento dei sistemi di ancoraggio, da valutare ed eventualmente affinare o correggere sul caso specifico, da parte del professionista incaricato allo scopo.

Supporremo la presenza, nell’edificio indagato, di due tipologie di solaio:

### SOLAIO n. 1: gettato in opera in laterocemento (travetti e pignatte)



### Solaio n. 2: con travetti precompressi ed interposte pignatte in laterizio (con esiguo o alcuno spessore di massetto superiore, come frequentemente riscontrabile per i solai di sottotetto)



Innanzitutto notiamo che la prima tipologia di solaio consente l’ancoraggio diretto in corrispondenza dei travetti gettati in opera, la seconda invece richiede un sistema di supporto appositamente studiato per evitare la foratura ed il danneggiamento degli elementi portanti (che essendo precompressi richiedono particolare attenzione e cautela se non addirittura sconsigliano completamente l’impiego di ancoranti infissi in prossimità delle armature): tale aspetto verrà risolto (non potendo neanche sfruttare l’eventuale presenza di soletta di estradosso del solaio, in questo caso mancante) con l’introduzione di un’adeguata “controstruttura” posizionata all’estradosso del solaio e disposta ortogonalmente rispetto alla direzione di orditura dei travetti.

Ipotizziamo quindi che sulla base dei riscontri effettuati in sede di indagine conoscitiva si possa stimare un peso delle pignatte (dal confronto con tipologie similari comunemente in commercio) pari a:

- solaio n.1: 100 kg/m<sup>2</sup>;
- solaio n.2: 70 kg/m<sup>2</sup>.

In termini di verifica si considera che possa distaccarsi al massimo circa metà pignatta (condizione a vantaggio di sicurezza, visto che solitamente il fondello propriamente detto costituisce meno di 1/3, quantità che comunque deve essere commisurata alla tipologia di solaio ed ai rischi risultanti individuati nella preventiva fase conoscitiva), pertanto si ottiene un peso proprio “di verifica” pari a:

- solaio n.1: 50 kg/m<sup>2</sup>;
- solaio n.2: 35 kg/m<sup>2</sup>.

A tali carichi si deve eventualmente aggiungere quello dell’intonaco che cadrebbe assieme al fondello della pignatta, stimabile pari a circa 60 kg/m<sup>2</sup> (spessore di 2-3 cm massimo); tale carico (eventualmente sorretto dal presidio antisfondellamento scelto) può essere agente o meno a seconda che venga demolito o meno prima dell’installazione del presidio.

Nello specifico ipotizziamo:

- solaio n.1: totale 50 kg/m<sup>2</sup> (intonaco rimosso);
- solaio n.2: totale 95 kg/m<sup>2</sup> (intonaco non rimosso).

I componenti costituenti il “sistema antisfondellamento” sono quindi individuabili in:

- tessuto/rete di sostegno degli elementi che potrebbero cadere in caso di dissesto (ovvero il “presidio antisfondellamento” vero e proprio);
- ancoranti che dovranno sostenere la rete;
- rondelle di ripartizione dei fissaggi rispetto alla rete (piastre circolari metalliche).

Assieme a tali componenti può essere impiegato anche un ulteriore elemento di finitura (ad esempio: intonaco o controsoffitto) che dovrà essere eventualmente tenuto in conto se agente sugli stessi ancoraggi portanti il presidio antisfondellamento: nel caso specifico viene scelta la finitura con controsoffitto a pannelli leggeri con aggiunta, all’intradosso dello stesso, di tappetino di lana di roccia.

Per tale motivo si avranno i seguenti componenti aggiuntivi coi rispettivi pesi:

- controsoffitto leggero (fibra/lana di roccia) e relativa struttura portante: 10 kg/m<sup>2</sup>;
- pannello isolante di lana di roccia: 5 kg/m<sup>2</sup>.

Il fissaggio del controsoffitto avverrà per il solaio n.1 indipendentemente dal fissaggio del presidio antisfondellamento (ancoraggi indipendenti fissati sui travetti), mentre per il solaio n. 2 impiegando gli stessi elementi di supporto del presidio antisfondellamento (vista anche la necessità, in ogni caso, di impiegare ancoraggi non fissati ai travetti precompressi).

La rete-tessuto sarà del tipo ad elevata resistenza a trazione e ridotto peso proprio con possibilità, a scelta del committente, di essere lasciata a vista (ove rispondente ai requisiti antincendio richiesti dai locali) o rasata/intonacata per essere inglobata all’interno delle finiture previste.

Al fine di determinare l’azione agente sugli ancoranti che dovranno supportare il presidio antisfondellamento (rete-tessuto, ed eventuale controsoffitto), si stimano innanzitutto le azioni agenti di cui tener conto per la scelta del numero e tipologia di ancoranti di supporto del presidio medesimo, che andranno fissati a parti strutturali stabili ed in buono stato di conservazione.

Alle azioni già precedentemente indicate si dovrà infine quindi aggiungere quella permanente data dal peso del presidio antisfondellamento: la scelta di impiegare una rete/tessuto in poliestere

## APPENDICE 4

### **Esempi di modalità di intervento contro il rischio di sfondellamento solai e di caduta controsoffitti**

Abbiamo già avuto modo di vedere, nei capitoli precedenti, come l'unico riferimento al tema del "rischio sfondellamento" dei solai sia presente nelle "Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali arredi e impianti" (Giugno 2009), pur sempre in relazione a possibili eventi sismici.

Le linee guida comprendono anche alcune schede in cui vengono suggeriti possibili interventi risolutivi, in particolare di seguito vengono riportate quella relativa ai controsoffitti, alle fonti di illuminazione, e quella su solai/soffitti; quest'ultima, pur essendo apprezzabile in quanto la prima ad affrontare questo tema, merita alcune ulteriori riflessioni alla luce anche delle osservazioni già fatte sul danneggiamento dei soffitti e sui possibili limiti costituiti dall'installazione di sistemi di controsoffitti "non ispezionabili".

Essa (scheda n. 9 – interventi su solai/soffitti) suggerisce l'impiego di lastre in gesso fibrorinforzato che, di per sé (per gli elevati carichi in gioco dovuti alla caduta di materiali), potrebbero non garantire automaticamente adeguata resistenza contro la caduta di porzioni di soffitto: per ovviare a ciò (cioè limitare l'azione "dinamica" di caduta di parti di soffitto verso i pannelli) si opta ad esempio per il riempimento dell'intercapedine presente tra pannello e soffitto; altro particolare da curare sarà poi quello relativo alla fascia di contatto tra pignatta e muratura, prevedendo un adeguato sistema di contenimento o supporto contro la rottura ed il distacco di porzioni di laterizio: abbiamo infatti già sottolineato, nei capitoli precedenti, come queste parti siano particolarmente fragili e soggette anche ad estesi fenomeni di sfondellamento per le azioni di compressione e trazione subite dai setti della pignatta di bordo.

Da non sottovalutare anche il fatto che l'impiego di lastre continue occulta di fatto completamente la vista del sovrastante intradosso di solaio (tali soluzioni di controsoffittatura vengono identificate appunto come "non ispezionabili" nell'Allegato 1 al bando "servizi professionali" per l'abilitazione di fornitori e servizi categoria diagnostica degli edifici per la partecipazione al mercato elettronico della pubblica amministrazione", del Luglio 2015 – Giugno 2016): questo aspetto non è sicuramente da sottovalutare in quanto viene di fatto perso ogni tipo di controllo sull'evolversi o meno del fenomeno dello sfondellamento o di eventuali ulteriori problemi di carattere strutturale (lesioni e cedimenti) o impiantistico (infiltrazioni, perdite, rotture), potendone solo intuire – ma non sempre agevolmente ed immediatamente – l'evoluzione dagli indiretti segnali apparsi sulle finiture; l'allegato 1 già citato suggerisce inoltre, nei casi di soffitti "non ispezionabili", l'ispezione visiva dall'esterno, accompagnata da *«ispezione visiva dall'interno, previa apertura di un passaggio per individuare tipologia, interasse e modalità di fissaggio dei pendini, esecuzione di prova di carico sui pendini, tenendo conto del peso degli elementi sorretti dagli stessi»*: ma appare evidente come l'effettuazione sia di vani di ispezione sia di prove di tenuta sui pendini divenga quanto mai difficoltosa in questi casi, perché la griglia di supporto del controsoffitto si trova immediatamente a ridosso dei pannelli e quindi obbligherebbe all'apertura di molte "botole" di ispezione, tanto più la prova di tenuta sui pendini (in tal caso da effettuare direttamente sugli ancoranti di fissaggio alla struttura portante) è difficilmente eseguibile senza rischiare di danneggiare il telaio portante i pannelli.

La presenza di strato di riempimento dell'intercapedine (operazione talvolta indispensabile per i motivi sopra accennati di contenimento della caduta di materiali) rende inoltre in tal caso pressoché impossibile la stessa ispezione.

L'utilizzo di controsoffitti continui in cartongesso, per quanto relativamente di facile e rapida esecuzione, comporta inoltre in fase realizzativa la completa modifica degli impianti di illu-

minazione (ed antincendio, se presenti) con conseguenti ulteriori costi e complicazioni, il loro impiego dovrà essere opportunamente valutato sulla base di eventuali vantaggi e svantaggi che ne scaturiscono.

Di seguito vengono riportate le schede di intervento n. 3 (controsoffitti), n. 5 (fonti di illuminazione) e n. 9 (solai/soffitti) suggerite dalle Linee Guida.

APPENDICE 5

**Linee guida per il rilevamento della vulnerabilità  
degli elementi non strutturali nelle scuole  
(relative all'Intesa Istituzionale del 28 gennaio 2009)**

*Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*

## Precisazioni

---

Le presenti Linee Guida sono state predisposte con il fine di offrire un supporto di carattere generale alle visite di sopralluogo previste dall'Intesa ed alla compilazione della scheda di rilievo. Le indicazioni riportate – pur in presenza di una metodologia applicabile alla generalità dei casi - non possono ovviamente esaurire la vasta casistica che si riscontra nel patrimonio edilizio scolastico, vanno quindi interpretate ed adattate volta per volta alla situazione reale in esame.

### ESTENSORI DELLE LINEE GUIDA

#### Linee guida

Eugenio Gaudenzi (coordinatore), Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Via Nomentana, 2 – Roma; Luigi Abate, Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, Via del Ciclismo, 19 – Roma; Pietro Ciaravola, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Via Nomentana, 2 – Roma; Adriano De Sortis, Dipartimento della Protezione Civile, Via Vitorchiano, 2 – Roma; Giacomo Di Pasquale, Dipartimento della Protezione Civile, Via Vitorchiano, 2 – Roma; Mauro Dolce, Dipartimento della Protezione Civile, Via Vitorchiano, 2 – Roma; Giampaolo Imbrighi, Sapienza Università di Roma – Dip. ITACA, Via Cipro, 4 – Roma; Antonio Lucchese, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Via Nomentana, 2 – Roma; Antonio Maffey, Via Tagliamento, 25 – Roma; Bruno Santoro, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Via Nomentana, 2 – Roma.

#### Applicazione sperimentale della scheda

Alessandro Amadori, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna; Alberto Borghesi, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna; Adriano De Sortis, Dipartimento della Protezione Civile, Via Vitorchiano, 2 – Roma; Marco Giacobelli, Regione Emilia Romagna, Via Garibaldi, 75 – Parma; Giovanni Manieri, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna; Giuseppina Marziali, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna; Claudio Mambelli, ANCI c/o Comune di Forlì, Via delle Torri, 3 – Forlì; Loris Olivi, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna; Vania Passarella, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna; Simona Patrizi, Regione Emilia Romagna, Viale Silvani, 4/3 – Bologna.

## Premessa

La tematica della sicurezza degli edifici scolastici è recentemente tornata all'evidenza dei mass media riproponendo l'esigenza di sottoporre i plessi scolastici, indipendentemente dalla data della loro costruzione, ad un monitoraggio degli elementi non strutturali per evidenziarne la possibile vulnerabilità. Ciò che è avvenuto può essere messo in relazione anche alla oggettiva difficoltà di effettuare mirati controlli sugli elementi non strutturali per carenza di regole ed indirizzi di "procedure di prove e collaudo" che, al contrario, sono copiosi per altri elementi strutturali semplici e composti.

Per "vulnerabilità" si intende la propensione di un sistema a danneggiarsi a causa di una determinata azione, quindi il danno, si manifesta con una certa entità solo al momento in cui l'azione si concretizza con una determinata intensità. Il danno del sistema o di una sua parte, a sua volta, può generare incidenti, ossia conseguenze indesiderate sui fruitori del sistema; nel caso delle scuole su studenti e personale.

Questa premessa ha fatto sì che tutte le Amministrazioni competenti in tema di edilizia scolastica e di sicurezza (Ministero dell'istruzione dell'università e della ricerca, Ministero dei trasporti e delle infrastrutture, Ministero dell'Interno attraverso il Corpo nazionale dei vigili del fuoco, Presidenza del consiglio dei ministri attraverso il Dipartimento della protezione civile, Regioni ed Amministrazioni locali) si sono attivate per sviluppare un programma mirato di monitoraggio e di identificazione delle situazioni di vulnerabilità degli elementi non strutturali, in vista di futuri interventi volti alla riduzione del rischio di incidenti dovuti ai predetti elementi.

In particolare il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti ha assicurato che questo Dicastero avrebbe svolto appieno il proprio ruolo fornendo ogni contributo al monitoraggio degli istituti scolastici, con l'obiettivo di accertare le situazioni di pericolo che necessitano di interventi urgenti. In tal senso, con direttiva n° 1967 del 20.01.09, ha incaricato il Consiglio superiore dei lavori pubblici di predisporre apposite "linee guida".

Contemporaneamente il Dipartimento della protezione civile, in raccordo con il Ministero dell'istruzione, università e ricerca e con il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, ha sviluppato una procedura ed una scheda per rendere il più possibile omogenei gli esiti delle visite di sopralluogo. Tali strumenti sono stati sperimentati insieme con la Regione Emilia Romagna in occasione dei sopralluoghi di danno ed agibilità condotti nei territori delle province di Parma e Reggio Emilia a seguito del terremoto del 23 dicembre 2008.

Per favorire un concreto avvio dell'iniziativa, il Ministro delle infrastrutture e dei trasporti ha inviato una direttiva al Presidente del Consiglio Superiore ed ai Provveditori interregionali alle OO.PP., ponendo in risalto l'importanza di assicurare, nell'iniziativa, la massima sinergia tra le strutture ministeriali ed in particolare tra il Consiglio Superiore dei lavori pubblici ed i Provveditorati interregionali che svolgono funzioni operative sul territorio.

In tal senso, nella citata nota il Ministro ha richiamato l'importanza del coordinamento delle attività tecnico-ispettive, mettendo in risalto la funzione di alta consulenza tecnica del Consiglio

Superiore dei lavori pubblici che, peraltro, proprio in tema di costruzioni esistenti ha analizzato la problematica, sia nell'ambito dell'elaborazione delle nuove N.T.C. - Norme tecniche per le costruzioni che in altri approfondimenti normativi.

Per dare impulso all'attività di riduzione del rischio connesso agli elementi non strutturali nelle scuole, la Conferenza Unificata ha sancito una Intesa, ai sensi dell'articolo 8, comma 6, della legge 5 giugno 2003, n. 131, tra il Governo, le regioni, le province autonome di Trento e Bolzano, le autonomie locali sugli «indirizzi per prevenire e fronteggiare eventuali situazioni di rischio connesse alla vulnerabilità di elementi anche non strutturali negli edifici scolastici» (GU n. 33 del 10-2-2009).

Dopo la pubblicazione della suddetta Intesa, in data 2.03.09, il Presidente del Consiglio Superiore dei lavori pubblici ha promosso una riunione di coordinamento con i Provveditori interregionali alle OO.PP. e con la presenza dei Dirigenti responsabili del Ministero per l'istruzione l'università e la ricerca.

Nel corso di tale riunione i responsabili degli Uffici periferici del Ministero hanno segnalato l'opportunità di fornire da subito, al personale tecnico dei Provveditorati alle OO.PP. che farà parte delle squadre tecniche, le citate linee guida, per una migliore efficacia dell'attività ispettiva in questione, nonché, la possibilità di organizzare una giornata di formazione presso il Consiglio superiore. Anche in relazione a tale richiesta, il Presidente del Consiglio Superiore con provvedimento n. 1261 del 3.3.2009 ha subito istituito un apposito gruppo di lavoro con il compito di predisporre le presenti linee guida.