

COMUNE DI MONTALBANO JONICO

STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

RELATIVO ALL'ADEGUAMENTO SISMICO CON AMPLIAMENTO

DELL'EDIFICIO SCOLASTICO DI VIA SINNI NEL COMUNE DI MONTALBANO JONICO

(Art. 23 del Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n.50)



Titolo:

INDAGINI DIAGNOSTICHE SUI SOLAI

Scala:

Data:

Agosto 2016

Codice:

//

Revisione:

Elaborato:

ESIST 06

UTC Ufficio Tecnico Comunale
Viale Sacro Cuore - 75023 Montalbano Jonico (MT)
Tel. 0835.593811 - pec: comune.montalbano@cert.ruparbasilicata.it

1. Premessa

La tematica della sicurezza degli edifici scolastici è recentemente tornata alla ribalta con l'esigenza di sottoporre i plessi scolastici, indipendentemente dalla loro costruzione, ad un monitoraggio degli elementi strutturali e non, per evidenziarne la possibile vulnerabilità.

Per vulnerabilità si intende comunemente la propensione di un sistema a danneggiarsi a causa di una determinata azione. Il danno quindi 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 può generare a sua volta incidenti o comunque conseguenze indesiderate sui fruitori del sistema e, nel caso delle scuole, sugli studenti e sul personale insegnante e non.

Questa situazione ha fatto sì che molte delle Amministrazioni competenti in tema di edilizia scolastica e sicurezza si attivassero per sviluppare un programma mirato di monitoraggio e di identificazione delle situazioni di vulnerabilità degli elementi sia strutturali che non strutturali, anche in vista di futuri interventi volti alla riduzione del rischio di incidenti.

In ragione di ciò, l'Amministrazione Comunale di Montalbano Ionico, anche attraverso la sua struttura tecnica, ha incluso nei suoi programmi alcuni progetti di interventi urgenti sul patrimonio scolastico finalizzati alla messa in sicurezza e alla prevenzione e riduzione del rischio connesso alla vulnerabilità degli elementi, anche non strutturali, degli edifici scolastici.

Ciò premesso al fine di garantire la sicurezza degli edifici scolastici e prevenire eventi di crollo dei solai e dei controsoffitti il comune di Montalbano Ionico ha partecipato al bando per l'erogazione di contributi per le indagini diagnostiche dei solai degli edifici scolastici di proprietà comunale.

Ottenuti i relativi finanziamenti il comune ha dato corso alle studi incaricando la sottoscritta ing. Lucia Diletta Tarsia delle indagini e dalla stesura delle relative relazioni illustrative delle operazioni effettuate. In primis è stata effettuata una prova di carico dei solai del fabbricato sito in via Sinni destinato a scuola dell'infanzia.

La prova viene allegata alla presente relazione con la lettera A.

Per quanto riguarda gli elementi non strutturali sono state effettuate delle valutazioni sulla base dell'esperienza personale insieme ad altri professionisti che hanno coadiuvato la sottoscritta. Le indagini sugli elementi non strutturali hanno evidenziato varie e importanti deficienze. Per quanto riguarda gli elementi non strutturali sono state effettuate delle valutazioni sulla base dell'esperienza personale insieme ad altri professionisti che hanno coadiuvato la sottoscritta. Le indagini sugli elementi non strutturali non hanno evidenziato deficienze .

2. La prova di carico

La prova di carico di un solaio consiste essenzialmente nella misura della freccia di una parte della struttura quando questa viene sottoposta a carichi noti.

In generale, le strutture in c.a. sono molto rigide, e quindi spostamenti misurabili richiedono carichi veramente elevati. Per questo motivo la prova di carico viene usualmente eseguita sui solai che, essendo le strutture più deformabili, possono essere interessati da spostamenti misurabili con carichi relativamente limitati. Questo non esclude che, in circostanze di particolare importanza, sia opportuno eseguire prove di carico sulle travi.

I modi di applicazione del carico (sempre noto con ragionevole precisione) più comuni sono:

- 1) mediante sacchi di cemento (dimensioni 50x63 cm e peso di 50kg/cad) o di altro materiale (calce, intonaci premiscelati)
- 2) mediante vasche d'acqua
- 3) mediante martini idraulici contrastati sulle strutture sovrastanti.

In quest'ultimo caso è necessario verificare preventivamente che le strutture usate come contrasto non vengano danneggiate dalle spinte esercitate dai martini.

Gli strumenti di misura sono usualmente dei flessimetri centesimali (comparatori centesimali montati su adeguati supporti e con agganci idonei alle prove di carico, precisione $\pm 1/100$ mm).

Quando la struttura sia di dimensioni elevate (specialmente nel caso di ponti) la misurazione delle frecce avviene mediante triangolazioni topografiche (precisione ± 1 mm). La precisione dello strumento di misura è funzione degli spostamenti attesi: la freccia di un solaio attesa è dell'ordine di 50/100 mm, mentre quella di un ponte può essere anche di diversi centimetri.

Nel seguito viene illustrata la prova di carico più comune, su un solaio parzialmente prefabbricato. La prova di carico usualmente misura contemporaneamente la freccia della struttura e l'efficacia dei sistemi di ripartizione (travetti rompitratta ed armatura di ripartizione nella caldana del solaio). Lo schema è quello riportato in figura 1.

Il flessimetro viene collocato a terra su un cavalletto, in generale di legno, indipendente da eventuali altri ponteggi di servizio alla prova. Poiché gli strumenti misureranno gli spostamenti con precisione di 1/100 mm, è necessario che il cavalletto su cui vengono fissati gli strumenti sia solido e non venga scontrato durante la prova.

Il flessimetro viene collegato alla struttura mediante un cavetto di acciaio Invar contrappesato per poter vincere gli attriti interni dei flessimetri. Il cavetto è ancorato al solaio mediante attorcigliamento attorno a ganci fissati nel travetto del solaio con semplici tasselli ad espansione.

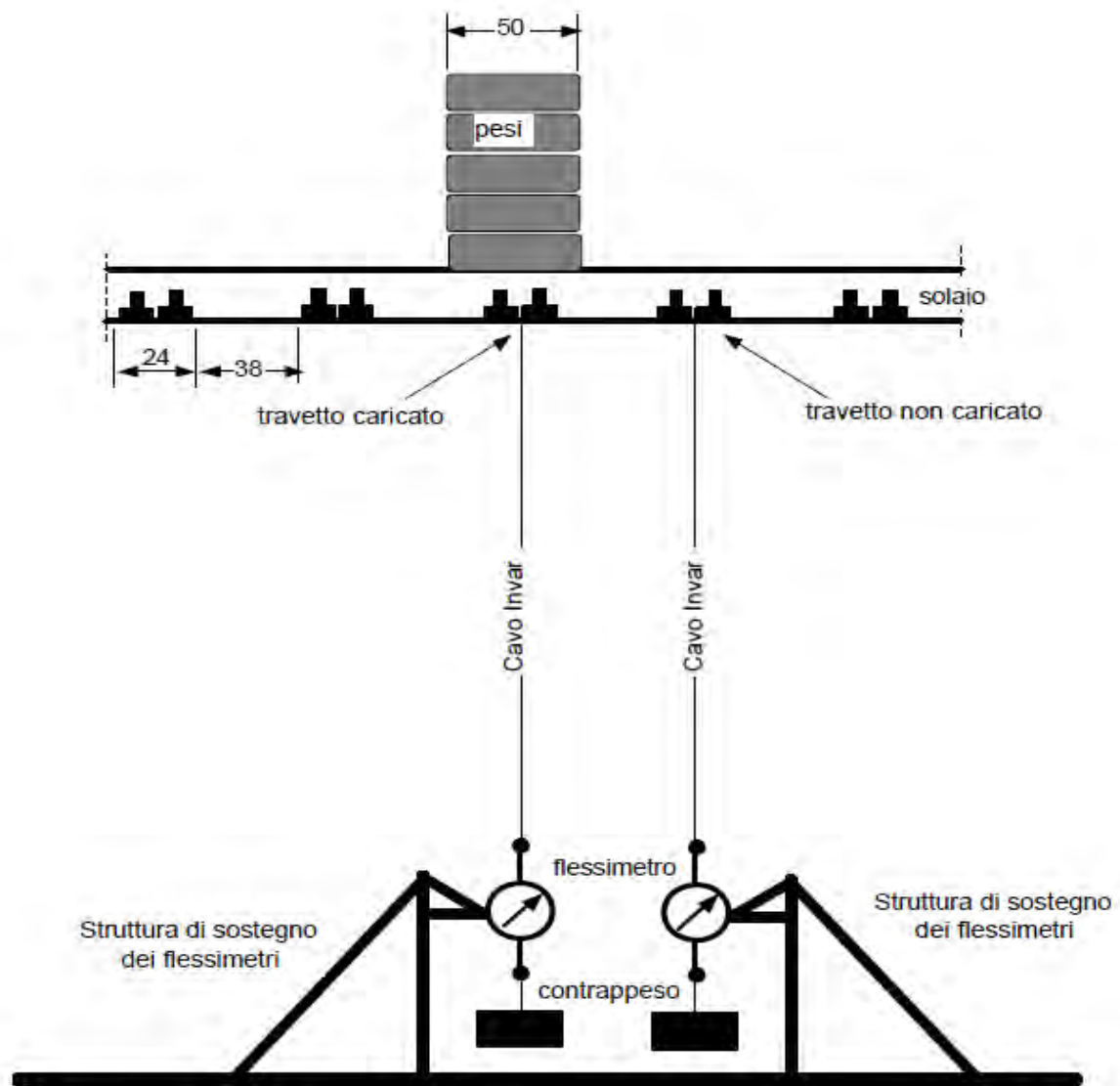


Figura 1 Disposizione dei pesi e dei flessimetri.

E' necessario curare che il foro in cui viene collocato il gancio ad espansione non interferisca e/o danneggi i ferri d'armatura ovvero i trefoli di precompressione dei travetti.

Per quanto la strumentazione sia piuttosto precisa, il sistema sperimentale di prova è, in realtà, semplice e non richiede (a parte i flessimetri ed il cavetto Invar) strumentazione specifica.

L'entità del carico di collaudo è almeno pari al sovraccarico permanente (pavimentazione, tramezzi –incidenza media di 50 kg/mq, sottofondi) e al sovraccarico accidentale. In generale, su un solaio viene caricata interamente la striscia di solaio a cavallo di un solo travetto, figura 1, e vengono rilevati gli spostamenti del travetto caricato e di quello adiacente. Poiché il carico interessa diversi travetti per effetto della ripartizione trasversale, in genere si impone un carico nominale a mq maggiore di quello massimo previsto per il solaio.

Nel seguito vengono riportati i dati di una prova di carico eseguita su un solaio a campata singola, parzialmente prefabbricato con travetto precompresso di tipo CelerSap PR 38/50 .

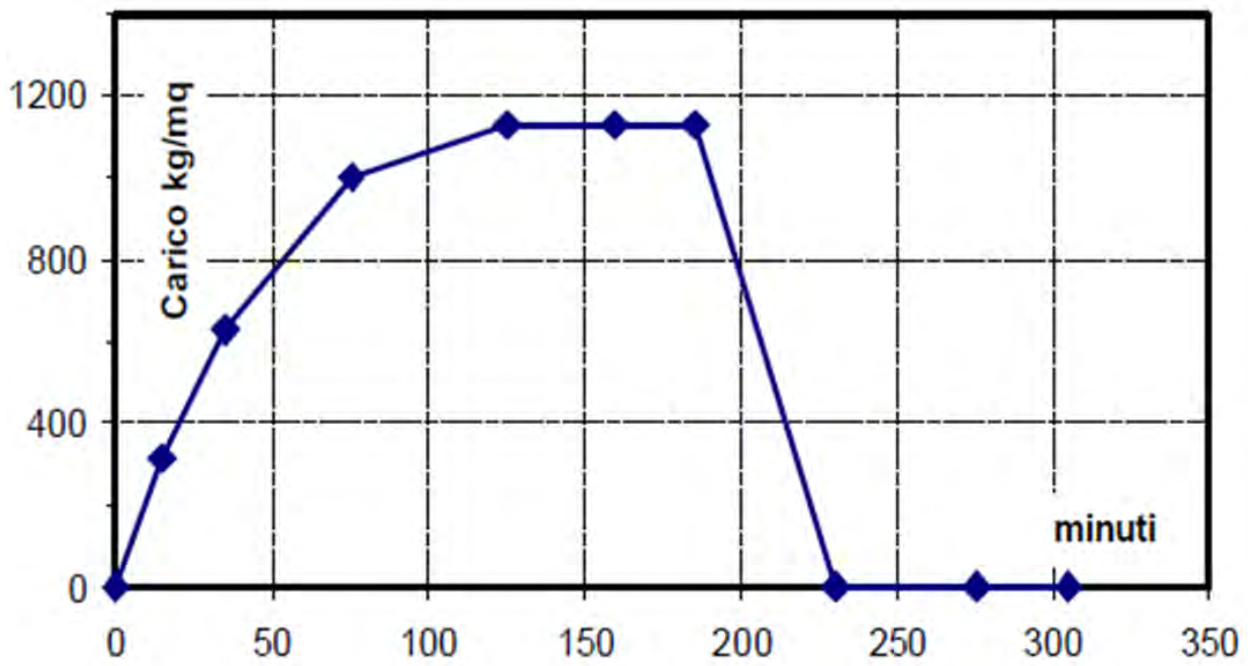


Figura 2 diagramma spostamento tempo

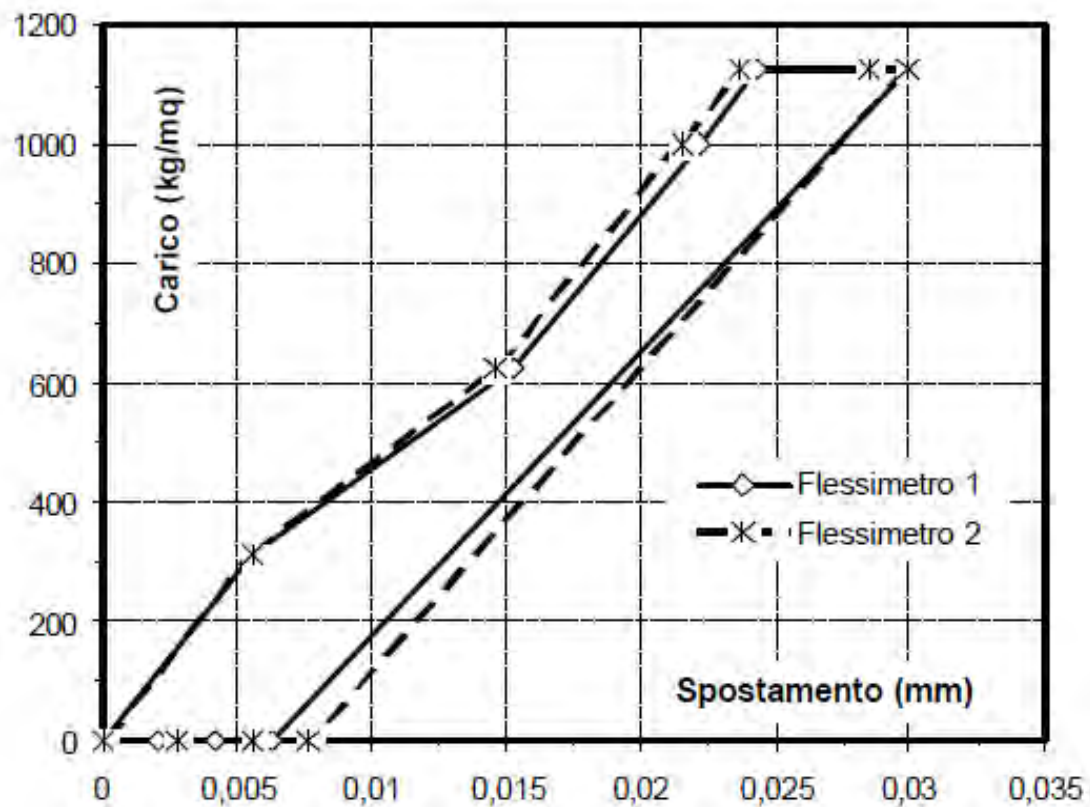


Figura 3 diagramma spostamento carico

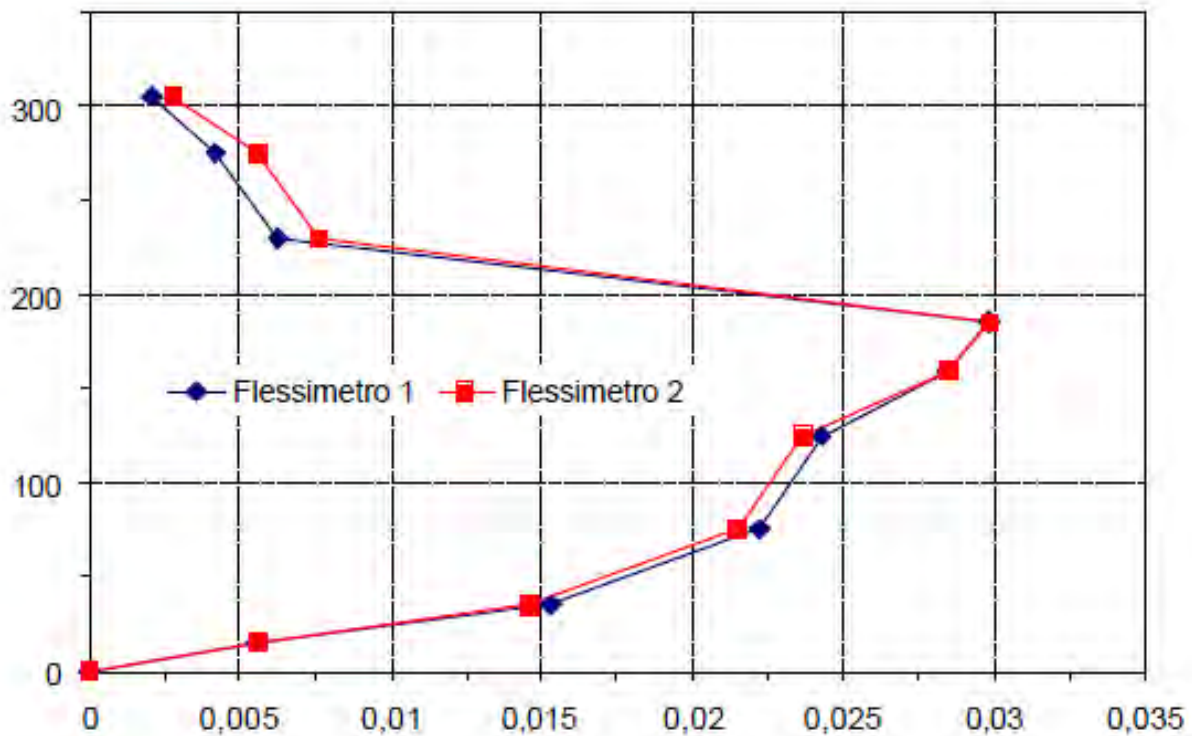
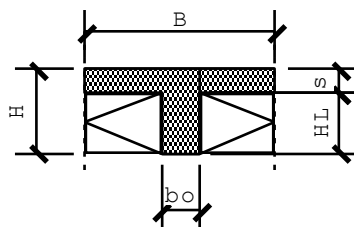


Figura 4 risposta spostamento tempo

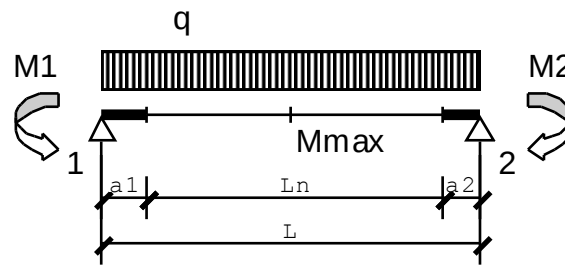
3. Calcolo di verifica del solaio.

Il solaio di studio e posto a copertura dell'edificio scolastico oggetto di indagine è stato realizzato intorno agli anni settanta. Esso è in latero-cemento con travetti prefabbricati tipo bausta, posti ad interasse B e con larghezza della nervatura pari a b_0 , ed interposte pignatte di laterizio di altezza HL . La larghezza delle nervature è non inferiore ad 8 cm. Il travetto è stato completato in opera mediante un getto di calcestruzzo che ha realizzato anche la soletta, sopra le pignatte di laterizio, di spessore s .

L'altezza complessiva del solaio è pari a $H=HL+s$:



Lo schema di calcolo utilizzato è quello di trave appoggiata soggetta ad un carico distribuito q dato dalla somma dei carichi accidentali e permanenti ed ai momenti M_1 ed M_2 simulanti il vincolo di semincastro. Lo schema è il seguente:



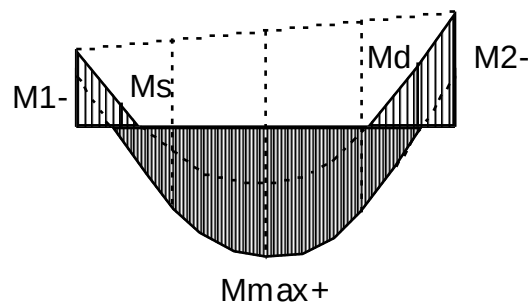
in cui i momenti M_1 , M_2 , e M_{max} valgono:

$$M_1^- = \frac{qL^2}{C_1}$$

$$M_2^- = \frac{qL^2}{C_2}$$

$$M_{max}^+ = \frac{qL^2}{C_m}$$

Il diagramma dei momenti è il seguente:

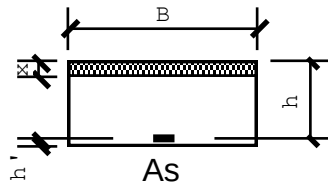


Vengono effettuate le seguenti verifiche:

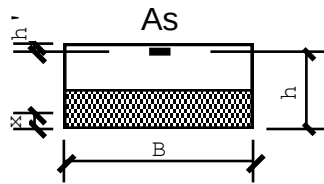
- Verifiche allo SLU in mezzera e all'incastro
- Verifiche allo SLE per combinazione rara e quasi permanente
- Verifica alla fessurazione
- Verifica di deformabilità
- Verifica della freccia

Le sezioni sono le seguenti:

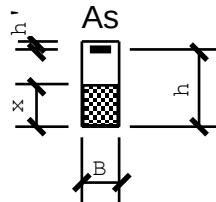
mezzeria:



appoggio:



attacco travetto-ala.



Il calcolo della freccia è stata effettuata tenendo conto della parte fessurata della sezione come richiesto dalle norme. La verifica della freccia è alternativa rispetto a quella per la verifica della deformabilità e fornisce il rapporto L/f .

I dati ed i risultati completi sono riportati nel fascicolo dei calcoli di seguito.

4. Calcoli di verifica.

4.1 Normativa di riferimento

La normativa cui viene fatto riferimento nelle fasi di calcolo e verifica è la seguente:

- 1) "Norme Tecniche per le Costruzioni", D.M. 14/01/2008 suppl. 30 G.U. 29 del 4/02/2008
- 2) Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

4.2 Criteri di calcolo

La ricerca delle caratteristiche della sollecitazione è stata effettuata risolvendo la trave continua con il metodo degli elementi finiti (f.e.m.). La verifica a momento e taglio delle sezioni è stata invece effettuata con il metodo degli stati limite, assumendo come sezione resistente quella costituita dall'area compressa di conglomerato e dalle aree metalliche.

Per le verifiche sopra dette sono stati rispettati i minimi di legge per quanto riguarda la larghezza massima di soletta collaborante, lo spessore minimo del solaio e della caldana e il rispetto delle armature minime.

4.3 Solai prefabbricati

Per i solai prefabbricati a traliccio è stata effettuata l'armatura nelle condizioni di esercizio dato che la verifica in stato di esercizio è inutile visto che il solaio è in opera da più decenni.

In ogni caso è bene precisare che se nella fase di getto lo schema di calcolo è quello di un traliccio reticolare appoggiato sulle travi di bordo della campata e sugli eventuali puntelli intermedi nelle condizioni di esercizio si è fatto riferimento ad uno schema a trave continua con una sezione in calcestruzzo armato.

- Verifiche in fase di getto per i solai prefabbricati

I carichi presi in considerazione sono:

pt = peso proprio del travetto (lastra)

pc = peso proprio del getto di calcestruzzo

sa = sovraccarico variabile in fase di getto

qt = $1,3 \times pt + 1,5 \times pc + 1,5 \times sa$

La luce di calcolo è:

$$l = \frac{l_c}{n+1}$$

dove:

l = luce di calcolo

lc = luce della campata

n = puntelli intermedi

Vengono effettuate le verifiche a momento flettente in campata ed a taglio sugli appoggi.

- Verifiche in campata

$$M = \frac{q \times l^2}{8}$$

$$Fc = Ft = \frac{M}{h}$$

dove:

q = la parte del carico qt di competenza del singolo travetto

l = luce di calcolo come prima definita

h = distanza tra i baricentri delle armature superiori e inferiori

Fc, Ft = Forza agente nelle armature superiori e inferiori per equilibrare il momento flettente

- Verifica del tondino (corrente) superiore compresso a carico di punta con il metodo Ω

$$\frac{\Omega \times F_c}{A_c} \leq \sigma_s$$

dove:

Ω = coeff. omega relativo al tondino superiore, pensato appoggiato tra due staffe consecutive

A_c = area del tondino superiore (corrente compresso)

σ_s = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coeff. di sicurezza parziale)

- Verifica dei tondini (correnti) inferiori tesi

$$\frac{F_t}{2 \times A_t} \leq \sigma_s$$

dove:

A_t = area del singolo tondino inferiore (ne sono presenti due)

σ_s = tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coeff. di sicurezza parziale)

- Verifica sugli appoggi

$$T = \frac{q \times l}{2}$$

Il taglio viene assorbito dalle staffe inclinate del traliccio per cui verrà verificata a carico di punta la staffa soggetta a compressione:

$$C_s = \frac{T}{2 \times \cos \alpha \times \cos \beta}$$

$$l_o = \frac{h}{\cos \alpha \cos \beta}$$

$$\frac{\Omega \times C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

dove:

C_s = Sforzo agente sulla staffa inclinata compressa (le staffe hanno due bracci)

$2 \times \alpha$ = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano trasversale al traliccio

$2 \times \beta$ = angolo compreso tra le proiezioni delle staffe sul piano longitudinale al traliccio

l_0 = lunghezza libera di inflessione della staffa compressa

Ω = coefficiente omega

A_s = area staffa

- Verifiche in fase di esercizio per i solai prefabbricati

In esercizio verranno effettuate le consuete verifiche per le sezioni a T in calcestruzzo armato, tenendo in conto l'eventuale presenza di armatura aggiuntiva.

Nelle verifiche vengono tenute in conto le diverse altezze dei baricentri delle armature inferiori. Poiché la sezione viene completata in opera è necessario verificare lo scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella.

$$S = \tau \times b \times a$$

$$C_s = \frac{S}{2 \times \cos \alpha \times \cos \beta}$$

$$\frac{C_s}{A_s} \leq \sigma_s$$

dove:

S = scorrimento

τ = tensione tangenziale nella fibra di contatto tra la coppella ed il calcestruzzo

b = larghezza travetto

a = interasse longitudinale tra le staffe

In fase di esercizio non si effettua la verifica a carico di punta in quanto, essendo il getto maturato, la staffa non può più instabilizzarsi.

Si riportano di seguito delle tabelle riassuntive relative alla geometria del solaio e dei travetti, dei carichi distribuiti e concentrati, delle combinazioni di carico e, infine, i risultati del calcolo con le armature di progetto e le verifiche relative.

I carichi agenti riportati fanno riferimento ad una striscia di solaio di profondità pari a un metro. Nella stampa delle verifiche, le sollecitazioni e le armature e si riferiscono al singolo travetto di solaio.

4.4 Specifiche campi tabella di stampa carichi distribuiti

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi distribuiti:

Campata N.ro : Numero della campata

Peso : Peso proprio del solaio più sovraccarico permanente

Acc. iniz. : Valore iniziale del carico accidentale a distribuzione lineare

Acc. finale	: <i>Valore finale del carico accidentale a distribuzione lineare</i>
Asc. iniz.	: <i>Ascissa del punto di inizio della zona soggetta al carico accidentale</i>
Asc. fin	: <i>Ascissa del punto finale della zona soggetta al carico accidentale</i>

4.5 Specifiche campi tabella di stampa carichi concentrati

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei carichi concentrati:

Campata N.ro	: <i>Numero della campata</i>
Asc. F1	: <i>Ascissa del punto di applicazione della prima forza concentrata</i>
Forza 1	: <i>Intensità della prima forza concentrata</i>
Asc. F2	: <i>Ascissa del punto di applicazione della seconda forza concentrata</i>
Forza 2	: <i>Intensità della seconda forza concentrata</i>
Asc. M1	: <i>Ascissa del punto di applicazione della prima coppia concentrata</i>
Mom. 1	: <i>Intensità della prima coppia concentrata</i>
Asc. M2	: <i>Ascissa del punto di applicazione della seconda coppia concentrata</i>
Mom. 2	: <i>Intensità della seconda coppia concentrata</i>

4.6 Specifiche campi tabella di stampa combinazioni di carico

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle combinazioni di carico:

Comb. N.ro	: <i>Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente</i>
Coeff n	: <i>Flag di presenza dei carichi variabili per la campata n-esima (0 esclude il carico variabile sulla campata relativamente a quella combinazione di carico; 1 ne tiene conto). Se per una data combinazione il carico e' attivo, il valore del coefficiente di combinazione dei carichi vale: per gli SLU 1.5; per gli SLE 1 per le combinazioni rare, psi1 per le frequenti e psi2 per le permanenti. Il coefficiente di</i>

*combinazione dei carichi permanenti vale: per gli SLU 1.3 e
per gli SLE 1*

4.7 Specifiche campi tabella di stampa caratteristiche della sollecitazione

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle sollecitazioni e degli abbassamenti:

Comb.N.ro	: Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
Camp.N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
M. in.	: Momento flettente all'appoggio iniziale
N. in.	: Sforzo normale all'appoggio iniziale
T. in.	: Taglio all'appoggio iniziale
M. fin.	: Momento flettente all'appoggio finale
N. fin.	: Sforzo normale all'appoggio finale
T. fin.	: Taglio all'appoggio finale
W. mezz.	: Abbassamento corrispondente alla sezione di mezzaria

4.8 Specifiche campi tabella di stampa reazioni di appoggio

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle reazioni di appoggio:

Comb.N.ro	: Numero della combinazione di carico per cui valgono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
App. N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le sollecitazioni e gli abbassamenti della riga corrispondente
Rx	: Reazione in direzione x (orizzontale)
Ry	: Reazione in direzione y (verticale)
Mz	: Momento reagente

4.9 Specifiche campi tabella di stampa verifiche S.L.U.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche agli stati limite ultimi:

Camp.N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente
Asc. in.	: Ascissa del nodo iniziale della campata
Asc. fin.	: Ascissa del nodo finale della campata
Mom. neg.	: Momento flettente negativo massimo
$\hat{\epsilon}_f\%$neg.	: Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 1,00)
$\hat{\epsilon}_c\%$neg.	: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento negativo (valore limite di norma 0,35)
Mom. pos.	: Momento flettente positivo massimo
$\hat{\epsilon}_f\%$pos.	: Deformazione per cento dell'acciaio corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 1,00)
$\hat{\epsilon}_c\%$pos.	: Deformazione per cento del calcestruzzo corrispondente al momento positivo (valore limite di norma 0,35)
Af sup.	: Armatura longitudinale superiore
Af inf.	: Armatura longitudinale inferiore
Tag. neg.	: Taglio negativo massimo
Tag. pos.	: Taglio positivo massimo
Rapporto Vsd/Vrdu	: Rapporto fra il taglio di calcolo ed il taglio resistente del cls (valore limite di norma 1,00)

4.10 Specifiche campi tabella di stampa verifiche autoportanza

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica dei travetti prefabbricati in condizioni di autoportanza ed esercizio:

Camp.N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente
Mom. Max	: Momento massimo positivo in campata considerando quale luce di calcolo quella tra due puntelli successivi
σ_f sup.	: Tensione massima nel corrente superiore compresso del

traliccio verificato a carico di punta

σ_f inf.	: Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio
Taglio	: Taglio massimo in corrispondenza del puntello
σ_f trl.	: Tensione massima nella staffa compressa del traliccio verificato a carico di punta
Scorr.	: Scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella
σ_f tral.	: Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa compressa
σ_f lim.	: Tensione di calcolo dell'armatura (tensione di snervamento diviso il coefficiente di sicurezza parziale)

4.11 Specifiche campi tabella di stampa verifiche campate sezioni in precompresso

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche:

Camp.N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche della riga corrispondente
Descrizione	: Descrizione del tipo di travetto precompresso utilizzato
Contrass Tipo	: Tipologia di armatura presente all'interno del travetto (v. tabelle archivi)
Armatura	
Momento Calcolo	: Momenti flettenti agenti, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio
Mom. Serv.	: Momenti resistenti di servizio, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio
Mom. Rott.	: Momento resistente a rottura, per la fascia di 1.00 m sulle sezioni del solaio
Coeff. Sic. Rott.	: Rapporto tra il momento di rottura e quello di calcolo (deve essere maggiore di 1)

4.12 Specifiche campi tabella di stampa verifiche autoportanza

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica dei travetti prefabbricati in condizioni di autoportanza ed esercizio:

Camp.N.ro	: Numero della campata a cui si riferiscono le verifiche
------------------	--

della riga corrispondente

Mom. Max	: <i>Momento massimo positivo in campata considerando quale luce di calcolo quella tra due puntelli successivi</i>
sf sup.	: <i>Tensione massima nel corrente superiore compresso del traliccio verificato a carico di punta</i>
sf inf.	: <i>Tensione massima nel corrente inferiore teso del traliccio</i>
Taglio	: <i>Taglio massimo in corrispondenza del puntello</i>
sf trl.	: <i>Tensione massima nella staffa compressa del traliccio verificato a carico di punta</i>
Scorr.	: <i>Scorrimento nella fibra di contatto tra il calcestruzzo gettato in opera e la coppella</i>
sf tral.	: <i>Tensione dovuta allo scorrimento nella staffa compressa</i>
sf lim.	: <i>Tensione ammissibile dell'armatura</i>

4.13 Specifiche campi tabella di stampa verifiche S.L.E.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite di esercizio:

Campata	: <i>Numero della campata</i>
Comb Caric	: <i>Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce</i>
Fessu lim cal	: <i>Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la campata non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla</i>
Dist mm	: <i>Distanza fra le fessure</i>
Concio	: <i>Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura</i>
Combin	: <i>Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura</i>
Momento	: <i>Momento flettente che ha causato la massima fessura</i>

Frecce	: Freccia limite e freccia massima di calcolo
Combin	: Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima
Cominaz Carico	: Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul cls, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul cls
s lim	: Valore della tensione limite
s cal	: Valore della tensione di calcolo
Concio	: Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione
Cmb	: Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
Momento	: Momento flettente che ha causato la massima tensione

4.14 Specifiche campi tabella di stampa verifiche S.L.U. sezioni Legno-Cls

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite ultimi per le sezioni miste legno calcestruzzo:

Campata	: Numero della campata
Carichi Attivi	: Carichi attivi in fase di verifica: 'Per' solo carichi permanenti ($1.3 \cdot G_1 + 1.5 \cdot G_2$); 'Per+Var' permanenti più variabili ($1.3 \cdot G_1 + 1.5 \cdot G_2 + 1.5 \cdot Q$)
Condiz. Temporale	: Condizione temporale: 't=0' verifiche a tempo iniziale 't=inf.' verifiche a tempo finale
Momento	: Momento flettente massimo sulla trave che ha prodotto la massima tensione sulla soletta
sc Sup	: Sigma massima di compressione sul bordo superiore della soletta
Rapporto sc/fcd	: Rapporto fra la tensione di compressione massima e la resistenza di calcolo del calcestruzzo (verifica se minore di 1)

sc Inf	: <i>Sigma massima di trazione sul bordo inferiore della soletta. Se il valore è nullo significa che il bordo inferiore è compresso</i>
Rapporto sc/fctd	: <i>Rapporto fra la tensione di trazione massima e la resistenza di calcolo a trazione del calcestruzzo (verifica se minore di 1)</i>
Momento	: <i>Momento flettente che ha prodotto il massimo impegno sulla trave in legno</i>
slTraz	: <i>Sigma massima di trazione sulla trave in legno dovuta allo sforzo normale</i>
slFles	: <i>Sigma massima di flessione sulla trave in legno</i>
Rapport Fless.	: <i>Rapporto fra le tensioni agenti e quelli resistenti $\sigma_t/f_{t,0,d} + \sigma_f/f_{m,d}$ (verifica se minore di 1)</i>
Taglio	: <i>Taglio che ha prodotto il massimo impegno sulla trave in legno</i>
Tau	: <i>Tau da taglio</i>
Rapport Taglio	: <i>Rapporto fra le tau agenti e quelle resistenti (verifica se minore di 1)</i>
Taglio	: <i>Taglio che ha prodotto il massimo impegno sul connettore</i>
Az. sol	: <i>Azione sollecitante sul connettore</i>
Rapport Az/Frd	: <i>Rapporto fra l'azione sollecitante e la resistenza del connettore (verifica se minore di 1)</i>

4.15 Specifiche campi tabella di stampa verifiche S.L.E. sezioni Legno-Cl

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nel tabulato di stampa dei dati di verifica degli stati limite di esercizio per le sezioni miste legno calcestruzzo:

Freclst ComRara	: <i>Freccia istantanea per combinazione di carico rara ($G1+G2+Q$)</i>
Freccia Limite	: <i>Valore limite della freccia istantanea per combinazione di carico rara</i>
FrecFin ComQPer	: <i>Freccia finale (a tempo infinito) per combinazione quasi permanente ($G1+G2+Y2*Q$)</i>

- FrecIst** : Freccia istantanea dei soli carichi $(1-Y_2)*Q$
(1-p2)Q
- FrecTot** : Freccia finale per combinazione rara (G_1+G_2+Q) , pari alla somma della freccia finale per combinazione quasi permanente $(G_1+G_2+Y_2*Q)$ e della freccia istantanea dei soli carichi $(1-Y_2)*Q$
- Freccia Limite** : Valore limite della freccia finale per combinazione di carico rara
- s cls comb** : Valori della tensione del cls per combinazione di carico rara
rara
- t=0** : Valore della tensione del calcestruzzo tempo iniziale
- t=infi** : Valore della tensione del calcestruzzo a tempo finale
- Limite** : Valore limite della tensione del calcestruzzo
- s cls comb Q. Perman.** : Valori della tensione del cls per combinazione quasi-permanente
- t=0** : Valore della tensione del calcestruzzo a tempo iniziale
- t=infi** : Valore della tensione del calcestruzzo a tempo finale
- Limite** : Valore limite della tensione del calcestruzzo
- Flag Verifica** : Se almeno una tra le verifiche agli SLU o agli SLE non è andata a buon fine nella colonna comparirà la scritta 'No'

ARCHIVIO SEZIONI C.A.O.					
ARCHIVIO SEZIONI					
Sezione N.ro	Base trav. (cm)	Alt. trav. (cm)	Base pign. (cm)	Alt. pign. (cm)	Lungh.pign. (cm)
1	8,0	21,0	25,0	16,0	25,0

ARCHIVIO SEZIONI TRAVETTI PREFABBRICATI																	
ARCHIVIO SEZIONI TRAVETTI PREFABBRICATI																	
Sez. N.ro	B trav cm	H trav cm	B pgn cm	H pgn cm	L pgn cm	Gamma kg/mc	B tral. cm	H tral. cm	D teste cm	Incl. Grd	Fi st mm	FiSup mm	FiInf mm	NumFi inf.	FiInt mm	Coprif. (cm)	Numero Travetti
101	8	20	16	16	25	800	5,0	12,0	0,0	45	6	8	8	2	12	1,0	Singolo

DATI GEN. QUOTA 1 SOLAIO 1			
DATI GENERALI			
Scarto Copriferro (cm)			3,0
Copriferro (cm)			2,0
Coefficiente di Ridistribuzione Plastica(1=Soluz.Elastica)			1,00
CARATTERISTICHE DEI MATERIALI			
Classe Calcestruzzo	C20/25	Classe Acciaio	FeB 38 k
Modulo Elastico CLS	299619 kg/cmq	Modulo Elastico Acc	2100000 kg/cmq
Coeff. di Poisson	0,2	Tipo Armatura	POCO SENSIBILI
Resist.Car. CLS 'fck'	200,0 kg/cmq	Tipo Ambiente	ORDINARIA X0
Resist. Calcolo 'fcd'	113,0 kg/cmq	Resist.Car.Acc 'fyk'	3800,0 kg/cmq
Tens. Max. CLS 'rcd'	113,0 kg/cmq	Tens. Rott.Acc 'ftk'	3800,0 kg/cmq
Def.Lim.El. CLS 'eco'	0,20 %	Resist. Calcolo'fyd'	3304,0 kg/cmq
Def.Lim.Ult CLS 'ecu'	0,35 %	Def.Lim.Ult.Acc'eyu'	1,00 %
Fessura Max.Comb.Rare	mm	Sigma CLS Comb.Rare	120,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Perm	0,3 mm	Sigma CLS Comb.Perm	90,0 kg/cmq
Fessura Max.Comb.Freq	0,4 mm	Sigma Acc Comb.Rare	3040,0 kg/cmq
Peso Spec.CLS Armato	2500 kg/mc		
Rapporto Luce/Spost.max per combinazioni rare			NON ESEGUITA
Rapporto Luce/Spost.max per combinazioni frequenti			NON ESEGUITA
Rapporto Luce/Spost.max per combinazioni quasi permanenti			NON ESEGUITA
Coefficiente di viscosita'			2,00
Coefficiente condizione carichi Psi1			0,500
Coefficiente condizione carichi Psi2			0,300

APPOGGI QUOTA 1 SOLAIO 1					
DATI DI APPOGGIO					
Appoggio N.ro	Ascissa (cm)	Ordinata (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Tipo Vincolo
1	0,0	0,0	30,0	50,0	CERNIERA
2	780,0	0,0	30,0	50,0	CERNIERA

CAMPATE QUOTA 1 SOLAIO 1							
DATI DI CAMPATA							
Campata N.ro	Lungh. (cm)	Tipo Sez.	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	Asc.Romp. (cm)	Base Romp. (cm)	Puntellata
1	780,0	101	15,0	15,0	250,0	0,0	NO

CAR. DISTR. QUOTA 1 SOLAIO 1						
CARICHI DISTRIBUITI						
Campata N.ro	Peso (kg/mq)	Acc. iniz. (kg/mq)	Acc. finale (kg/mq)	Asc. iniz. (cm)	Asc. fin. (cm)	DESCRIZIONE
1	500,0	200,00	200,00	0,00	780,00	

COMB. CAR. QUOTA 1 SOLAIO 1																			
TABELLA DEI COEFFICIENTI DEI CARICHI																			
Comb. N.ro	Coeff 1	Coeff 2	Coeff 3	Coeff 4	Coeff 5	Coeff 6	Coeff 7	Coeff 8	Coeff 9	Coeff 10	Coeff 11	Coeff 12	Coeff 13	Coeff 14	Coeff 15	Coeff 16	Coeff 17	Coeff 18	Coeff 19
1	1,0																		
2	0,0																		

CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1									
CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI									
Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin (kgm)	N.fin (kg)	T.fin (kg)	W.mezz. (mm)	
0	1	0	0	-2676	0	0	-2676	31,75	
1	1	0	0	-3846	0	0	-3846	45,63	

CARATT. QUOTA 1 SOLAIO 1**CARATTERISTICHE ED ABBASSAMENTI**

Comb. N.ro	Camp. N.ro	M.in. (kgm)	N.in. (kg)	T.in. (kg)	M.fin. (kgm)	N.fin. (kg)	T.fin. (kg)	W.mezz. (mm)
2	1	0	0	-2676	0	0	-2676	31,75

REAZIONI A QUOTA 1 SOLAIO 1**REAZIONI E SPOSTAMENTI DI APPOGGIO**

Comb. N.ro	App. N.ro	Rx (kg)	Ry (kg)	Mz (kgm)	Spostx (mm)	Sposty (mm)	Rotaz sx (rad)	Rotaz dx (rad)
0	1	0	-2676	0	0,00	0,00	0,0130248	
	2	0	-2676	0	0,00	0,00	-0,0130248	
1	1	0	-3846	0	0,00	0,00	0,0187191	
	2	0	-3846	0	0,00	0,00	-0,0187191	
2	1	0	-2676	0	0,00	0,00	0,0130248	
	2	0	-2676	0	0,00	0,00	-0,0130248	

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**VERIFICHE SEZIONI**

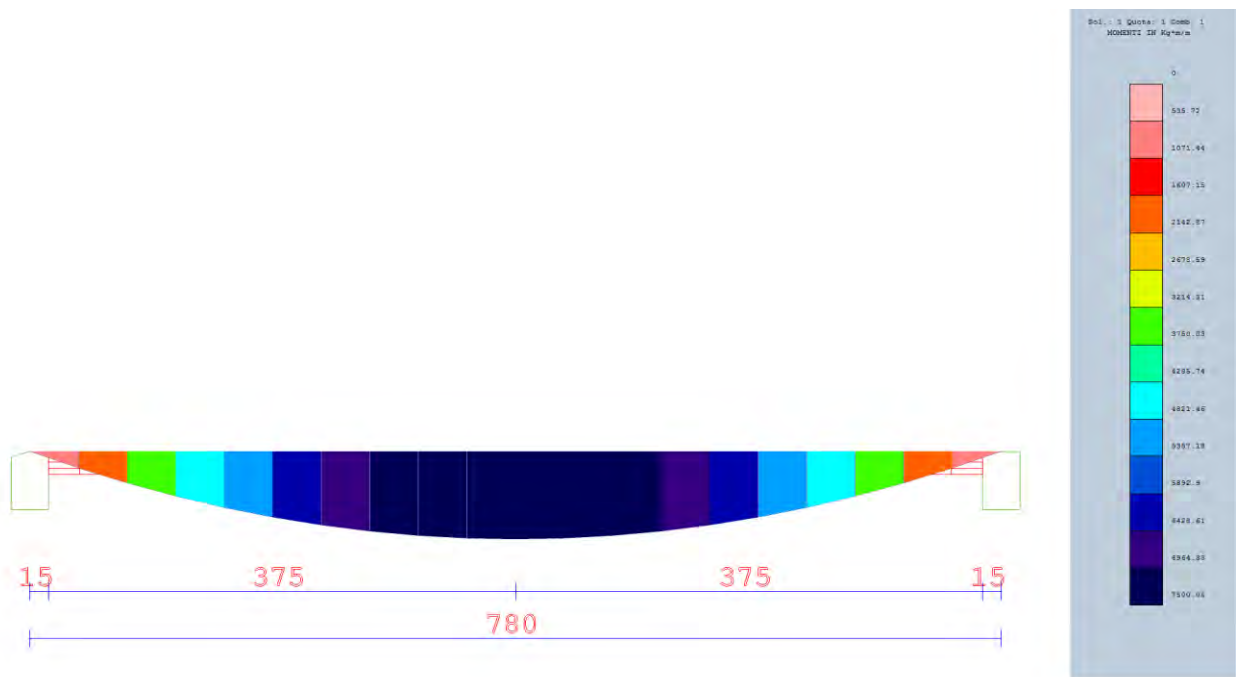
Camp. N.ro	Asc.in. (m)	Asc.fin. (m)	Mom. neg (kgm)	$\epsilon f\%$ neg	$\epsilon c\%$ neg	Mom. pos (kgm)	$\epsilon f\%$ pos	$\epsilon c\%$ pos	Af sup. (cmq)	Af inf. (cmq)	Tag. neg (kg)	Tag. pos (kg)	Rapporto VSd/VRdu
1	0,00	0,15	-1200	0,74	0,21	276	0,52	0,08	2,25	0,57	0	923	0,48
	0,15	1,09	-1064	0,28	0,10	969	0,09	0,05	1,95	3,27	0	888	0,75
	1,09	2,03	-336	0,71	0,08	1453	0,13	0,11	0,60	3,27	0	666	0,56
	2,03	2,96	0	0,00	0,00	1729	0,16	0,15	0,00	3,27	0	444	0,38
	2,96	3,90	0	0,00	0,00	1800	0,42	0,23	0,02	3,32	0	222	0,19
	3,90	4,84	0	0,00	0,00	1800	0,42	0,23	0,02	3,32	-222	0	0,19
	4,84	5,78	0	0,00	0,00	1729	0,16	0,15	0,00	3,27	-444	0	0,38
	5,78	6,71	-336	0,71	0,08	1453	0,13	0,11	0,60	3,27	-666	0	0,56
	6,71	7,65	-1064	0,28	0,10	969	0,09	0,05	1,95	3,27	-888	0	0,75
	7,65	7,80	-1200	0,74	0,21	276	0,52	0,08	2,25	0,57	-923	0	0,41

VERIF. QUOTA 1 SOLAIO 1**VERIFICHE AUTOPORTANZA****ESERCIZIO**

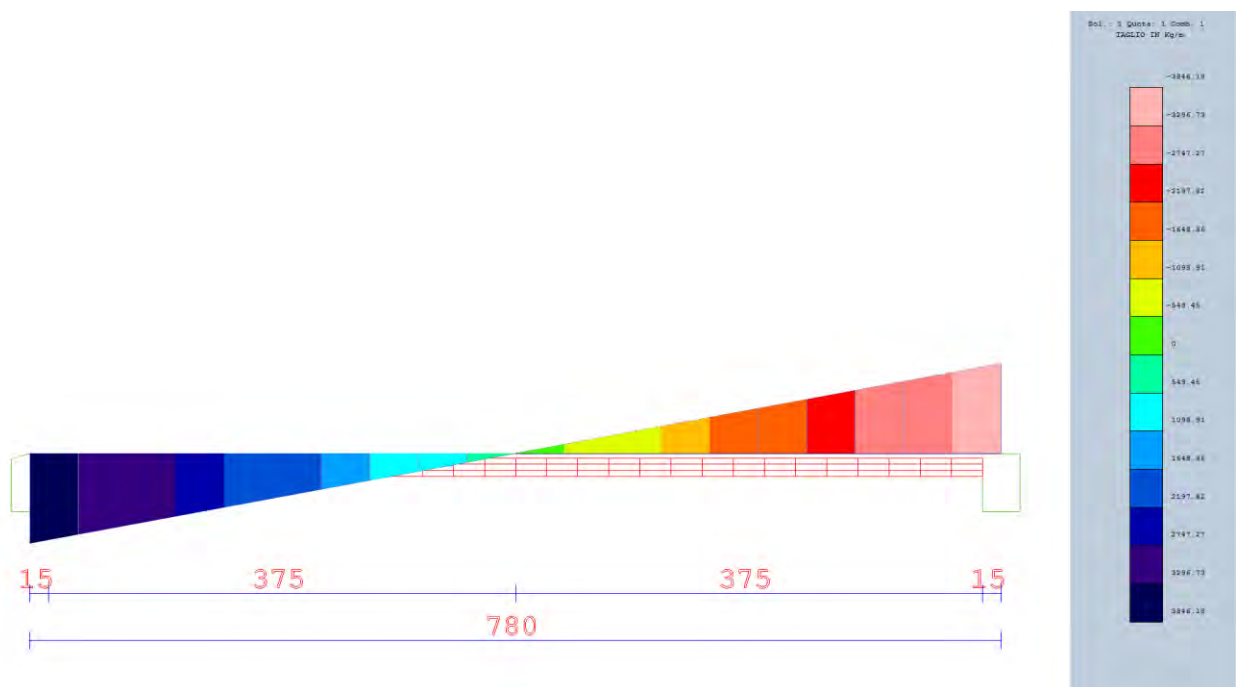
Camp. N.ro	Mom. Max kgm	σf sup kg/cmq	σf inf kg/cmq	Taglio kg	σf trl kg/cmq	Scorr. kg	σf tral kg/cmq	σf lim kg/cmq	STATUS VERIFICA
1	1304	39336	3325	669	4492	930	2375	3304	NON VERIFICATO

STATUS CALCOLO QUOTA 1 SOLAIO 1**STATUS DI CALCOLO**

Camp. N.ro	H min. (cm)	L coll. (cm)	Fascia sx (cm)	Fascia dx (cm)	T/ σ sx (cmq)	T/ σ dx (cmq)	0,07 h sx (cmq)	0,07h cam (cmq)	0,07 h dx (cmq)
1	E 31	Ok	Ok	Ok					



MOMENTO SOL 1



TAGLIO SOL 1

5. Sfondellamento del solaio

5.1 Informazioni generali

Gli aspetti legati al rischio di caduta dall'alto (dall'intradosso dei solai) di porzioni più o meno estese di componenti di finitura, quali ad esempio l'intonaco, e di componenti più o meno assimilabili ad elementi strutturali, come i fondelli dei blocchi di alleggerimento dei solai, vanno sotto il nome di rischio sfondellamento.

L'errore comunemente commesso, parlando di tali rischi, è la convinzione che questi siano



Figura 5 Sfondellamento solai: nell'immagine si nota la rottura del fondello a causa della realizzazione di tracce per inserimento di un impianto

circoscritti a pochi tipi di solai e legati a un periodo storico di costruzione più o meno definito oppure alla zona in cui sono stati prodotti. In realtà la natura stessa dei fenomeni, dimostra che possono sorgere anche su immobili più recenti ed apparentemente ben realizzati, oltreché in buono stato di manutenzione

complessivo e in qualunque zona geografica.

In realtà le cause di tali fenomeni possono essere diverse e concomitanti e quello legato alla caduta dell'intonaco (o alla sua fessurazione) può essere visto come segno premonitore (non sempre purtroppo presente) di quello ben più grave, in termini di rischio per gli occupanti, che porta al distacco della porzione inferiore della pignatta. Infatti per sfondellamento si intende il distacco del fondello del blocco di alleggerimento del solaio, comunemente chiamato anche "pignatta".



Figura 6 Sfondellamento dei solai: immagine delle lesioni e fessurazioni presenti all'interno di una pignatta prima del manifestarsi dello sfondellamento

Tale fenomeno non è facilmente individuabile e prevedibile a priori in quanto la risposta a tale quesito risiede nella metodologia stessa di realizzazione dei solai. La presenza nei comuni solai misti di una parte piena in cemento armato (travetti) ed una parte di alleggerimento (blocco in laterizio) fa sì che si possano presentare, col trascorrere degli anni, ma anche in un lasso di tempo piuttosto breve dalla messa in esercizio, effetti negativi e danneggiamenti dei blocchi. Le motivazioni vanno cercate nelle eccessive dilatazioni termiche, in condizioni igrometriche impreviste, in errate

concezioni di calcolo (eccessivi carichi gravanti o cattiva ripartizione delle azioni), in scelte geometriche non ponderate (luci eccessive o posizionamento improprio di murature o elementi rompitratta) oppure in condizioni d'uso che possono mettere a dura prova i componenti quali infiltrazioni, allagamenti, errato impiego dei locali o con modalità non previste in fase di progetto. L'esempio classico è quello dei locali progettati per civile abitazione e successivamente destinati a locali sauna, piscina e bagni turchi.



Figura 8 Sfondellamento solai: endoscopia all'interno di una camera di pignatta con evidenti lesioni e distacchi tra fondello e setti verticali della pignatta

vecchio D.M. del 14 febbraio 1992 raccomandava di porre particolare attenzione al controllo dell'integrità dei blocchi da mettere in opera, con riferimento ad eventuali fessurazioni o a parti danneggiate, causate dalla movimentazione. Analoga attenzione doveva essere posta nel bagnare attentamente i laterizi prima del getto (aspetti che, per quanto siano trascorsi oltre venti anni non sembrano pienamente recepiti nei cantieri). Infine ma non meno importante, anzi potremmo dire



Figura 7 Tranciamento setti e distacco fondelli: segni di distacco del fondello dai restanti setti verticali della pignatta

possono presentarsi in maniera casuale in qualunque cantiere.

A questi aspetti che, però tutto sommato, possono decretare danni o conseguenze (salvo casi eclatanti) abbastanza circoscritti, possono affiancarsene anche ulteriori motivazioni legate alle modalità di produzione dei singoli blocchi in laterizio (impasto, cottura, geometria del blocco) – solo questi inquadrabili in precise epoche di produzione – ma anche più in generale alle modalità di messa in opera dei componenti. Vale la pena ricordare, a tal proposito, che già il

all'origine di gran parte dei fenomeni (almeno di quelli che si possono presentare in maniera estesa e ripetitiva) vi è l'errata modalità di getto del calcestruzzo all'interno dei travetti. L'aspetto sopra richiamato merita una particolare sottolineatura in quanto tornando a quanto già detto, su come non sia corretto circoscrivere il possibile rischio di sfondellamento solo a certe epoche realizzative, ben si capisce che può essere purtroppo ancora oggi un fenomeno diffuso in quanto insito nella possibile scarsa competenza dei posatori o delle maestranze in genere, con errori che

Semplici attenzioni in fase realizzativa potrebbero del tutto evitare il presentarsi del distacco dei fondelli per queste cause, curando che il getto avvolga correttamente le armature dei travetti e quindi non si formino i cosiddetti “nidi di ghiaia” ed i vuoti tra armature e pareti del laterizio, semplicemente vibrando il getto o avendo cura di farlo giungere sul fondo del travetto avvolgendo correttamente le armature. L'importanza e la delicatezza di questo aspetto è comprensibile pensando alle possibili conseguenze che può generare il distacco di un pezzo di fondello in considerazione che una porzione di 1 mq di fondello di pignatta+intonaco può arrivare a pesare, a seconda di spessori e tipologie costruttive, dai 30 ai 70 kg.

Tornando al caso che ci interessa le indagini hanno dimostrato che la presenza di fattori scatenanti quali infiltrazioni, vibrazioni, umidità, dilatazioni termiche stanno minacciando un equilibrio che necessariamente diviene sempre più flebile col progressivo invecchiamento della struttura e quindi con un fisiologico decadimento delle caratteristiche meccaniche dei suoi materiali. Altro fattore scatenante che influisce in modo significativo sulla questione che ci interessa sono le modifiche apportate alle partizioni degli ambienti. Nuove distribuzioni di aule scolastiche costituiscono vincoli inopportuni o non inizialmente previsti per le dilatazioni o deformazioni dei campi di solaio e quindi dei materiali più fragili di cui sono composti, le pignatte appunto, tali da causare nascita di tensioni e fessurazioni interne, quindi rotture e conseguenti crolli).

5.2 Conseguenze dello sfondellamento

Lo sfondellamento viene spesso sottovalutato in quanto non provoca danni strutturali al solaio in laterocemento e non ne riduce le capacità portanti. Tuttavia è pericoloso per la sicurezza: come si evince dai casi di cronaca può creare grave pericolo negli ambienti.

Le conseguenze di un episodio di sfondellamento, infatti, sono imprevedibili: dal caso in cui il crollo di materiale rende inagibili locali e ne danneggia il contenuto, fino a situazioni di vera emergenza in cui sono coinvolte persone.



Spesso lo sfondellamento passa inosservato anche ai tecnici più attenti: basta una controsoffittatura per nascondere il solaio e coprire così i segnali d'allarme che anticipano uno sfondellamento.

Tuttavia, in questo caso il crollo potrebbe

assumere rischi ancora maggiori, in quanto alle pignatte e all'intonaco, andrebbe ad aggiungersi anche il controsoffitto e gli elementi appesi. Sapere cosa è lo sfondellamento, riconoscerlo in anticipo e mettere in sicurezza è l'unico modo per evitare crolli improvvisi, mantenere in salute gli ambienti, proteggere le persone e tutelare il lavoro dei tecnici.

5.3 Cause scatenanti

È fondamentale intervenire con tempestività nei casi in cui alcune delle cause scatenanti il fenomeno emergono con evidenza sui soffitti dei locali. Il verificarsi dello sfondellamento non è mai legato ad un'unica criticità ma è un fenomeno che cresce e si evolve nel tempo in conseguenza a diversi fattori.

In alcuni casi il sovrappeso, alcune destinazioni d'uso, la qualità dei manufatti e l'età degli edifici possono determinare tensioni, compressioni o dilatazioni che sollecitano i solai. Tali fenomeni possono manifestarsi con crepe, incrinature e fessurazioni che possono essere localizzate, diffuse o addirittura provocare cedimenti e crolli.

In alcuni casi le infiltrazioni sono uno dei fattori scatenanti del fenomeno dello sfondellamento perché saturando d'acqua la soletta creano dilatazione nei laterizi.

La dilatazione può trasformarsi in compressione tra il laterizio e i travetti in cemento armato e gli elementi sottoposti alle sollecitazioni possono innescare un invecchiamento precoce dell'intradosso del solaio.

Da non trascurare è anche l'effetto negativo dell'acqua sui ferri d'armatura dei travetti che accelera l'insorgere di ossidazione corrosiva "ruggine" che, a sua volta, influisce sulla base delle pignatte e talvolta sulla rigidità stessa dell'impalcato.

5.4 Pericolosità del fenomeno di sfondellamento

Lo sfondellamento di 1mq di plafone con intonaco spesso 1cm corrisponde ad un carico di circa 35kg. L'intonaco tuttavia può giungere anche ad uno spessore di 3cm e oltre; il carico di uno sfondellamento può quindi arrivare tranquillamente a 75kg/mq.

Considerando che l'estensione di uno sfondellamento riguarda superfici più estese di 1mq, si comprende facilmente come un crollo possa raggiungere carichi molto più elevati. In uno sfondellamento esteso, per esempio di 20mq crolla materiale con un carico fino 1.500kg.



SFONDELLAMENTO 20 MQ | 1500 KG
CARICO 1500 KG | 1 AUTO

5.5 Criteri di prevenzione

Per garantire una reale sicurezza contro lo sfondellamento è necessario eseguire un'accurata manutenzione preventiva. Lo scopo della prevenzione è quello di mettere in sicurezza gli ambienti prima che avvenga lo sfondellamento, nonostante i sistemi preventivi siano stati progettati per essere applicati anche a sfondellamento avvenuto.



Contro il pericolo improvviso dello sfondellamento è stato effettuato un controllo sistematico dell'integrità dei plafoni. L'analisi dei plafoni ha consentito di valutarne lo stato, individuando la presenza di zone ammalorate e quindi a rischio sfondellamento.

5.6 Analisi mediante termocamera ad infrarosso

E' il metodo strumentale di indagine non distruttiva studiato e collaudato per individuare anomalie nella conformazione del solaio. L'osservazione strumentale ha permesso di individuare lo scheletro strutturale, l'orditura dei solai e la presenza o meno dei rompitratta. L'individuazione delle travi principali e di quelle secondarie ha permesso di formulare alcune ipotesi sulla deformabilità degli impalcati e di individuare irregolarità nelle luci e nelle geometrie. La sensibilità di misurazione ha consentito di rilevare la presenza di infiltrazioni, umidità e stati ammalorati che spesso producono il deperimento del laterizio o dello strato di intonaco causando il successivo distacco.

L'osservazione all'infrarosso, effettuata con precisione sull'intera superficie da indagare ha permesso anche di individuare i punti in cui procedere alla successiva analisi costruttiva.

5.7 Analisi costruttiva dei solai

Sono state eseguite anche piccole demolizioni localizzate nel solaio che hanno permesso di definirne la tipologia e di constatare le geometrie dei manufatti.

La presenza di curvature sui setti, impurità nell'impasto o colorazioni particolari dovute ai processi produttivi, ha fornito importanti elementi alla valutazione.

L'individuazione di impalcati realizzati con tavelloni di alleggerimento, ha consentito la corretta interpretazione dei risultati durante la battitura e la taratura delle strumentazioni. Anche l'osservazione della consistenza dell'intonaco ed il relativo spessore ha fornito le informazioni necessarie all'individuazione del grado di rischio connesso ad un eventuale cedimento.

Il distacco del solo strato di intonaco, anche se talvolta trascurato, interessa solitamente porzioni di superficie molto più estese, proporzionalmente con i carichi in gioco.

5.8 Diagnosi acustica mediante battitura manuale e strumentale

E' stata effettuata la battitura manuale della soletta con un' asta essendo questo un buon metodo per la valutazione dell'esistenza di anomalie nella regolarità del solaio e sull'estensione del fenomeno. E' stato utilizzato un metodo di indagine non distruttiva basato sulla analisi della risposta acustica del plafone a una percussione controllata messo a punto per evidenziare preventivamente il grado di rischio di sfondellamento.

La battitura è stata effettuata da tre tecnici diversi in diverse condizioni al fine di svincolare l'indagine dall'esperienza e dalla soggettività dell'operatore insito nel metodo di battitura manuale.

Nel caso specifico date le pessime condizioni del solaio si è proceduto anche ad effettuare anche delle ulteriori analisi con camera ad infrarossi che si riportano in allegato.

5.9 Elementi non strutturali

Al fine di verificare lo stato degli elementi non strutturali è stato effettuato il controllo e la verifica dei controsoffitti rappresentando questo un aspetto di notevolissima importanza per chi deve organizzare la gestione e manutenzione del patrimonio edilizio.

Il controsoffitto troppo spesso è un mezzo per "nascondere" ciò che al disotto di esso, per ignoranza o superficialità, può ancora rappresentare un rischio per gli occupanti; oltre a ciò il controsoffitto può diventare, esso stesso, fonte di pericolo a causa di una cattiva o incompleta modalità realizzativa.

Nel caso che ci interessa non essendo presenti questi elementi si può affermare che non vi sono preoccupazioni di alcun genere.

Non si può dire la stessa cosa per tendaggi, cartelli appesi alle murature divisorie e non e altri componenti come infissi che se non sono fermamente agganciati al supporto possono rovinare sulle persone presenti.

In molte stanze sono stati evidenziati ancoraggi con “fil di ferro” anziché tramite impiego dei componenti ordinariamente previsti . A tal fine è stata effettuata un accurata analisi visiva che secondo chi scrive rimane la via maestra per effettuare un corretto esame dello stato di conservazione degli elementi non strutturali.

Le indagini non hanno evidenziato problemi di alcun genere e pertanto si può concludere che gli elementi non strutturali non destano alcuna preoccupazione per gli utenti degli edifici esaminati.



LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE
*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

RAPPORTO DI PROVA

Rapporto di Prova n. : 0670A/16 del 02 maggio 2016

Verbali di Accettazione: 768/16 del 26 aprile 2016

Committente: Dott. Ing. Lucia Diletta Tarsia

Dati forniti dal Committente

Cantiere : Scuola dell'Infanzia di Via Sinni

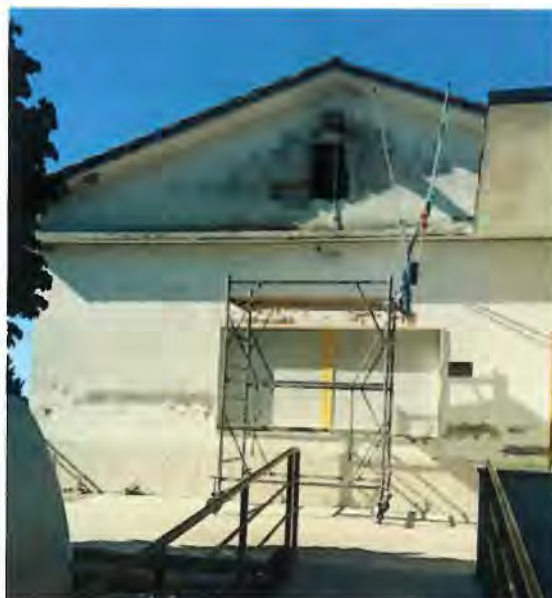
Proprietà : Comune di Montalbano Jonico (MT)

Direttore Tecnico : Dott. Ing. Lucia Diletta Tarsia

Relatore : Dott. Arch. Ruggiero Perrulli

PROVE ESEGUITE (26/04/2016)

- N. 1 Prova di carico su solaio
- N. 1 Prova D.A.C.D.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

1. PREMESSA

Il Laboratorio "Tecno-lab S.r.l." di Altamura è stato incaricato dall'Ing. Lucia Diletta Tarsia di effettuare una prova di carico su solaio e una indagine per la verifica dell'integrità dei solai mediante D.A.C.D. presso la Scuola dell'Infanzia di Via Sinni a Montalbano Jonico (MT).

La scelta degli elementi da sottoporre a verifica, la determinazione e la disposizione delle prove, nonché il modo ed i punti da rilevare sono stati stabiliti dal Direttore Tecnico, Dott. Ing. Lucia Diletta Tarsia.

2. PROVE ESEGUITE

Lo svolgimento delle prove avviene tramite il seguente ordine cronologico:

- Prova di Carico su solaio.
- Prova D.A.C.D.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

ISTITUTO DI CERTIFICAZIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

3. PROVA DI CARICO SU SOLAIO

Ubicazione e Tipo Impalcato

UBICAZIONE IMPALCATO: **SOLAIO COPERTURA PIANO TERRA**

Carico applicato: 280 Kg/m²

La sollecitazione è stata effettuata tramite un carico uniformemente distribuito, costituito da un gommone in PVC di dimensioni pari a 3.0 m x 4.0 m circa.

Nello specifico il carico è stato predisposto in tre step successivi, intervallato da altrettanti periodi di stabilizzazione e successivi tre step di scarico.

A) CARICO

- primo step fino al raggiungimento di 100 Kg/m² ;
- secondo step fino al raggiungimento di 200 Kg/m² ;
- terzo step fino al raggiungimento di 280 Kg/m².

B) SCARICO

- primo step fino al raggiungimento di 200 Kg/m² ;
- secondo step fino al raggiungimento di 100 Kg/m² ;
- terzo step fino al raggiungimento di 0 Kg/m².

La prova è iniziata alle ore 11:50 del giorno 26/04/2015 con il posizionamento dei trasduttori di spostamento all'intradosso del solaio da collaudare, in corrispondenza della zona di solaio individuata dal Tecnico Incaricato, più precisamente con la sigla:

- **CH₁, CH₂, CH₃, CH₄, CH₅**, come da foto e piante allegate.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

RISULTATI DI PROVA

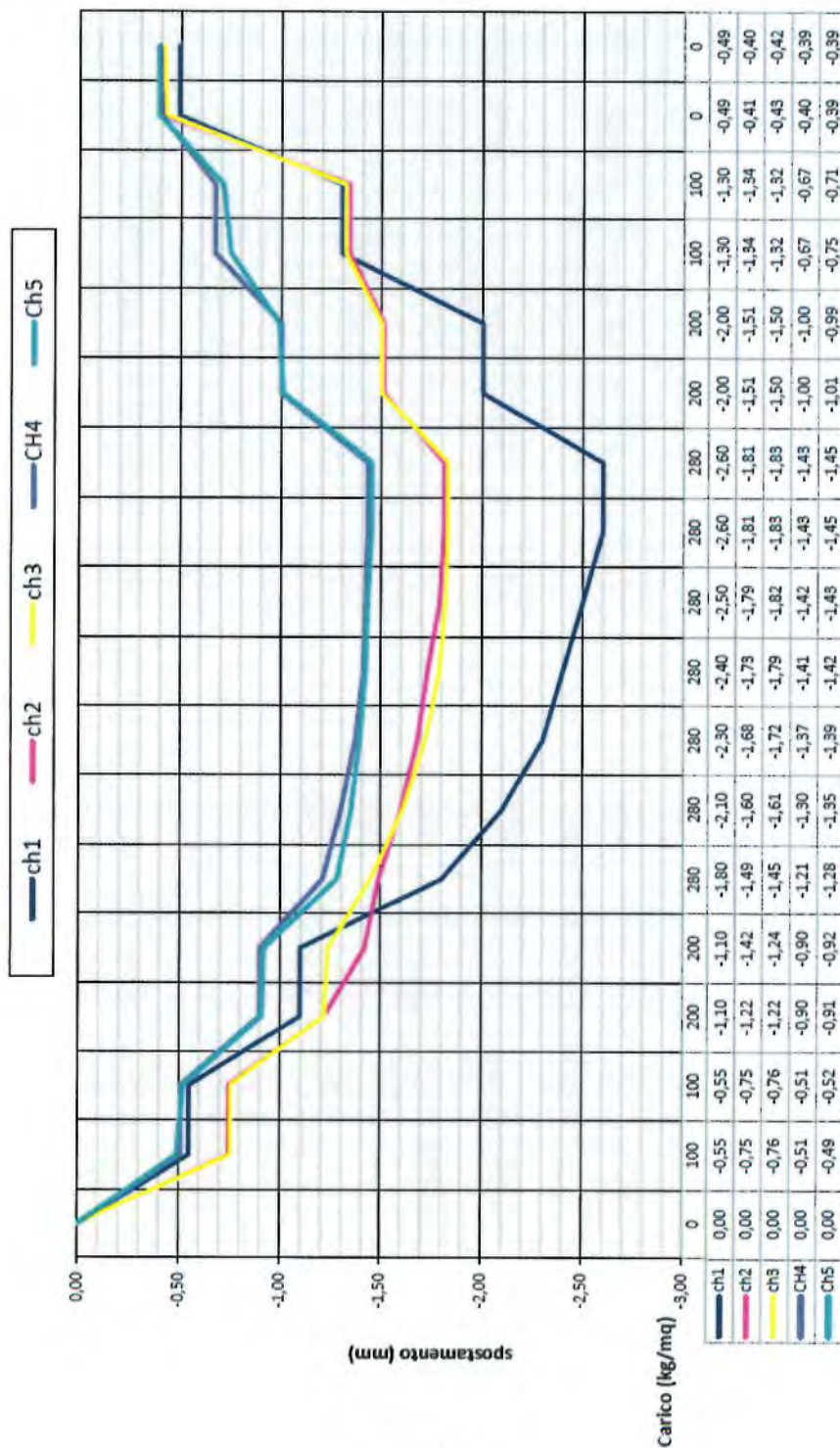
N° trasduttore	Freccia massima rilevata	Freccia residua
<u>Ch1</u>	- <u>2,60 mm</u>	- <u>0,49 mm</u>
<u>Ch2</u>	- <u>1,81 mm</u>	- <u>0,40 mm</u>
<u>Ch3</u>	- <u>1,83 mm</u>	- <u>0,42 mm</u>
<u>Ch4</u>	- <u>1,43 mm</u>	- <u>0,39 mm</u>
<u>Ch5</u>	- <u>1,45 mm</u>	- <u>0,39 mm</u>

La prova è terminata alle ore 14:30.

La strumentazione ha rilevato uno **spostamento massimo** pari a - 2,60 mm in corrispondenza del **trasduttore Ch1**. Dopo lo scarico la strumentazione ha rilevato, per la **freccia residua massima**, un valore di - 0,49 mm in corrispondenza del **trasduttore Ch1**.



Risultati di Prova (Grafico)





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO

Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

Fasi di Carico e Posizione dei Comparatori (Documentazione Fotografica)

PRIMO STEP A 100 Kg/m²



PRIMO STEP A 200 Kg/m²





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO

Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)

TEL. 080 3147018

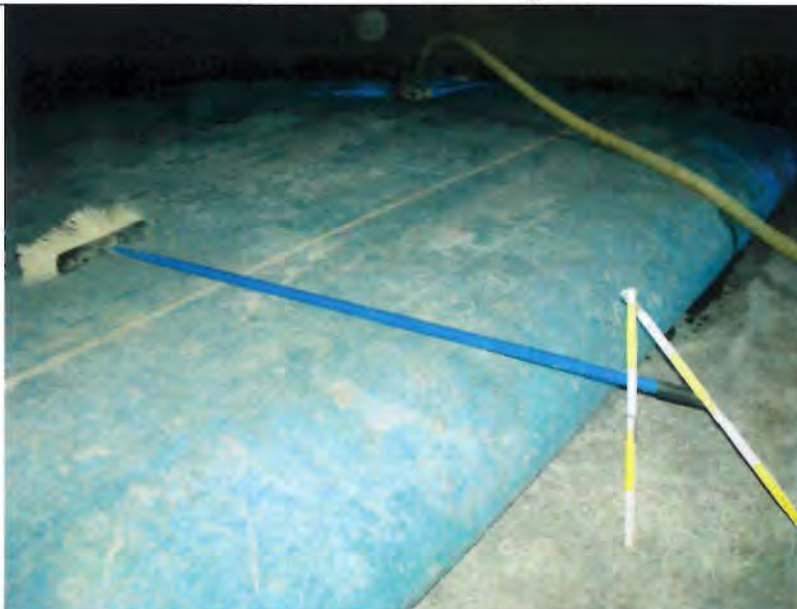
FAX 080 3161832

info@tecno-lab.com

www.tecno-lab.com

P.IVA 04184890723

TERZO STEP A 280 Kg/m²



POSIZIONAMENTO COMPARATORI





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

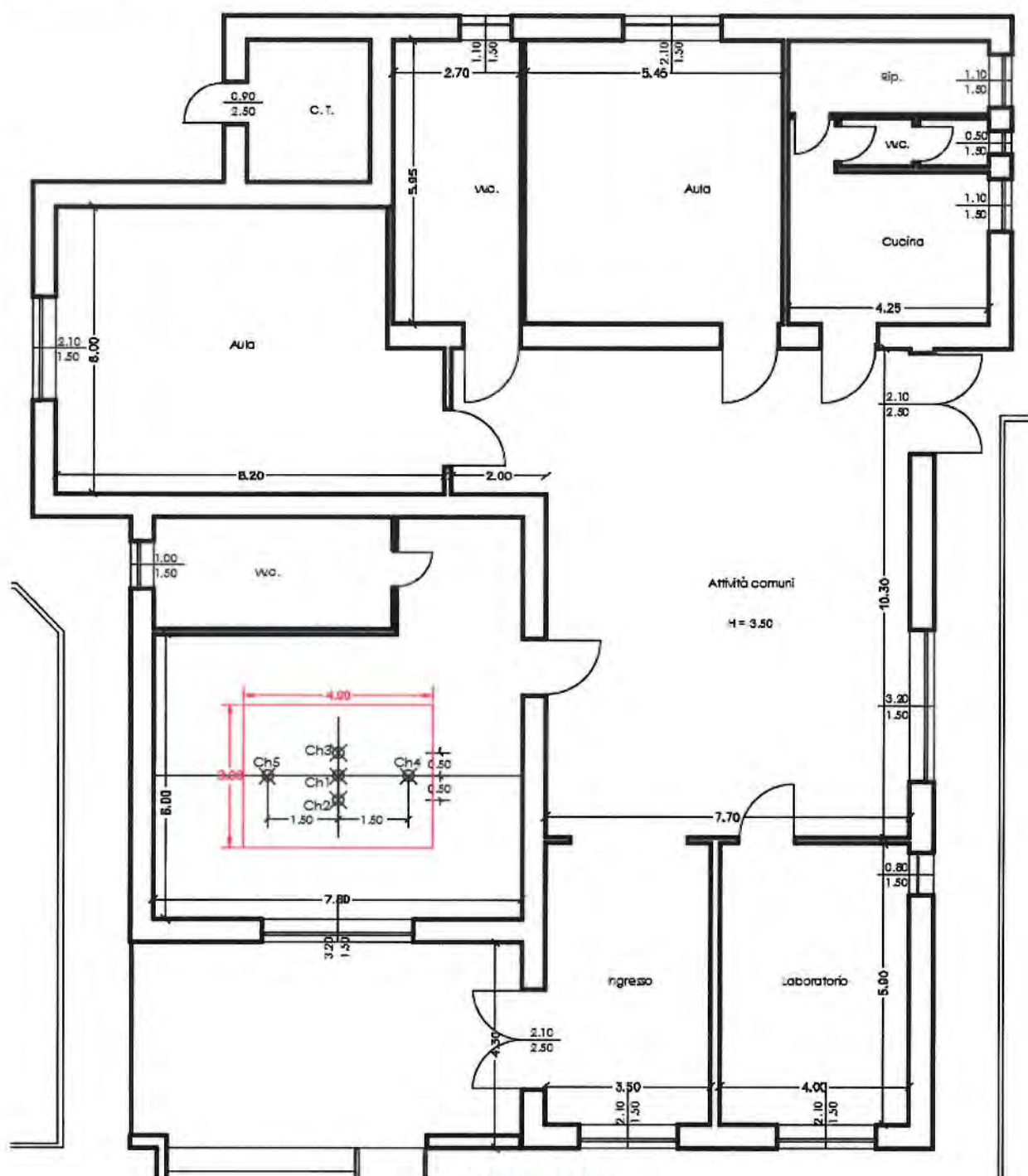
SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO

Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

4. PIANTE INTERVENTI (Fuori Scala)

Pianta Piano Terra con disposizione comparatori e proiezione Zona di Carico su Solaio superiore.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

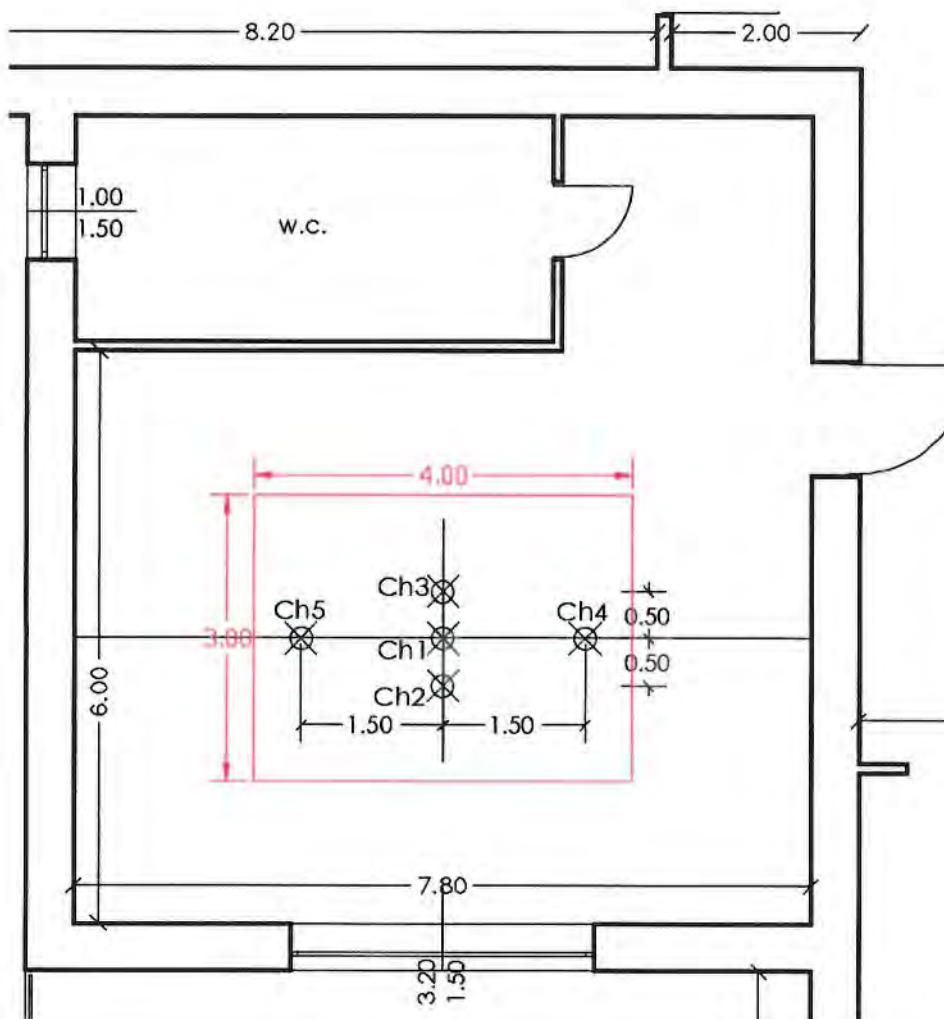
TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

Dettaglio Pianta Piano Terra con disposizione comparatori e proiezione Zona di Carico su Solaio superiore.





5. INDAGINI PER LA VERIFICA DELL'INTEGRITÀ DEI SOLAI MEDIANTE D.A.C.D. (DYNAMIC ANALYSIS OF CEILING DEFECTS)

I solai in latero-cemento possono dar luogo a difettosità o forme di degrado occulte che in qualche caso possono determinare il crollo dell'intradosso.

Tale fenomeno può essere determinato da :

- 1) Scarsa adesione dello strato di intonaco sul supporto in laterizio

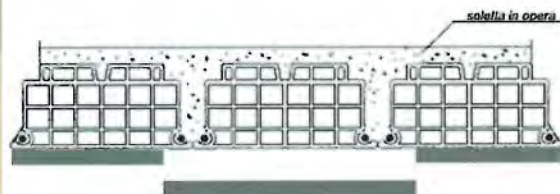


Immagine esemplificativa da manuale

- 2) Rottura dei setti verticali dei laterizi con conseguente distacco del fondello intonacato

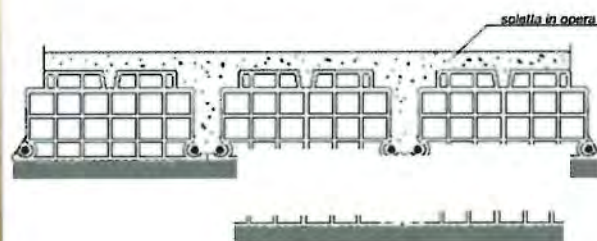


Immagine esemplificativa da manuale





Trattandosi di lesioni o distacchi interni al solaio, nella maggior parte dei casi il crollo avviene improvvisamente senza particolari sintomatologie di preavviso che possano far pensare a rischi imminenti.

Le cause che determinano l'insorgere del fenomeno possono essere svariate e talora concomitanti, e fra le più comuni vi sono gli effetti vibrazionali dovuti a sismi, cantieri, assestamenti ecc. e fenomeni di contrazione da ritiro dimensionale delle malte dell'intonaco. I crolli avvengono quando le lesioni o i distacchi interni al solaio raggiungono un livello di ramificazione sufficientemente esteso da formare vere e proprie "placche isolate" che, a causa del loro peso, si distaccano dal resto del solaio.

Per questi motivi è utile cercare di individuare preventivamente l'eventuale presenza di "anomalie" interne ai solai mediante metodi semplici ed ovviamente non invasivi, che permettano di monitorare superfici ampie in un tempo ragionevolmente contenuto. A tale scopo è stato messo a punto uno strumento per la mappatura dello stato di conservazione dei solai denominato D.A.C.D. (Dynamic Analysis of Ceiling Defects), basato sulla percussione standardizzata della superficie dell'intradosso dei solai e successivo rilevamento della conseguente "risposta" vibrazionale.

Preliminarmente all'indagine i solai vengono esaminati mediante termocamera ad infrarossi, allo scopo di evidenziarne l'orditura e quindi definire il "reticolo" di punti ove effettuare le misure.

Nei solai in latero-cemento, infatti, la "risposta" vibrazionale è diversa a seconda se la percussione avviene in corrispondenza delle pignatte piuttosto che sui travetti in calcestruzzo: in questo modo è possibile definire un reticolo omogeneo di punti di prova esclusivamente in corrispondenza delle pignatte.

L'indagine mediante D.A.C.D. è stata concepita per individuare, e quindi segnalare, eventuali zone di solaio caratterizzate da un comportamento "anomalo", molto spesso a causa della presenza a lesioni interne e/o distacchi fra le stratificazioni. Conoscere la posizione, l'estensione ed il potenziale livello di gravità di tali zone permette di valutare la possibilità di:

- intraprendere eventuali azioni per approfondire la conoscenza del livello di degrado
- effettuare un monitoraggio nel tempo per controllare l'evoluzione del fenomeno
- effettuare interventi di ripristino preventivi.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

Va precisato che i risultati ottenuti costituiscono una sorta di "fotografia" dello stato fessurativo dei solai al momento della prova, una situazione che può restare stazionaria oppure evolvere nel tempo in conseguenza di varie cause, fra le quali si possono citare i "micro movimenti" di assestamento dell'edificio, vibrazioni indotte da sorgenti esterne, vibrazioni sismiche, intenso calpestio ecc.

6. METODOLOGIA DI INDAGINE E STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

L'indagine è stata effettuata con la seguente procedura:

- 6.1 Esame preliminare dei solai mediante termocamera ad infrarossi per rilevarne l'orditura.
- 6.2 Definizione, stanza per stanza, del reticolo di punti di indagine necessari ad ottenere una sorta di mappatura di ciascun solaio. Il numero dei punti di prova è variabile a seconda dell'ampiezza delle stanze esaminate: una volta individuato il numero di file di pignatte, in ciascuna di esse è stato individuato un punto di prova all'incirca per ogni metro lineare. Va precisato che la presenza di alcuni ostacoli, quali plafoniere, cassette degli avvolgibili, mensole, ecc. ha impedito in qualche caso l'effettuazione della misura prevista.
- 6.3 Indagine mediante D.A.C.D. con acquisizione dei valori numerici strumentali ottenuti nel reticolo di punti di prova in ciascun solaio esaminato.
- 6.4 Restituzione grafica planimetrica dello stato di conservazione dei solai esaminati utilizzando diversi colori a seconda dei risultati ottenuti, allo scopo di visualizzare le aree a diverso comportamento. La valutazione dei risultati si basa su una scala di valori di riferimento sperimentali associati ai vari livelli di anomalia (vedi par. 2.2 a pag. 6)

Strumentazione utilizzata :

- termocamera ad infrarossi
- rilevatore accelerometrico delle difettosità dei solai **DACD**.





2.1 TERMOCAMERA AD INFRAROSSI

Termocamera: FLIR modello T440bx.

Specifiche tecniche

Risoluzione IR	320 x 240 pixels
Sensibilità termica/NETD	< 0,045°C @ +30°C /45
Campo visivo(FOV) / minima	25° x 19° / 0,4 m
Risoluzione spaziale (IFOV)	1,36 mrad
Range di temperatura	-20°C +120°C
Accuratezza	± 2°C



Le termocamere producono immagini di infrarossi invisibili, o radiazioni di calore, e rappresentano un preciso strumento di misurazione non a contatto delle temperature.

In edilizia l'indagine termografica è mezzo di diagnosi non distruttiva che presenta un vasto campo di applicazioni, fra le quali il rilevamento dell'umidità, l'identificazione di elementi architettonici nascosti, l'individuazione di discontinuità o di eventuali difettosità, lo studio della dispersione termica degli edifici ecc.

2.2 STRUMENTAZIONE D.A.C.D.

Il principio di funzionamento si basa sul presupposto che, a parità di percussione, si generano onde vibrazionali con caratteristiche diverse in funzione dello stato della superficie: tanto più il materiale è compatto e con stratificazioni ben aderenti e tanto maggiore è la velocità di propagazione dell'onda vibrazionale, mentre in caso di presenza di discontinuità interne al materiale, dovute a distacchi e/o lesioni, l'onda si propaga più lentamente.

Il segnale viene poi convertito da una centralina in un valore numerico che, valutato sulla base di una scala di misura sperimentale, fornisce informazioni sullo stato di conservazione del solaio.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723



D.A.C.D.

Tale scala di misura è stata definita a seguito di misurazioni e successive ispezioni visive all'interno dei solai esaminati.

Allo stato attuale delle sperimentazioni fin qui effettuate sono stati definiti i seguenti livelli di valutazione:

Gruppo 1: letture comprese fra 0 – 5 indicano un comportamento simile al valore di riferimento (**anomalie assenti o trascurabili**), e di conseguenza in questi punti si presuppone l'integrità del supporto esaminato.

Gruppo 2: letture comprese fra 5 – 10 indicano un comportamento che comincia ad essere significativamente "anomalo" rispetto al valore di riferimento (**anomalie lievi**), e di conseguenza in questi punti si può supporre la presenza di micro-lesioni allo stadio iniziale.

Gruppo 3: letture comprese fra 10 – 15 indicano un comportamento molto diverso rispetto al valore di riferimento (**anomalie significative**), e di conseguenza in questi punti si presuppone la presenza di significative anomalie dovute a lesioni o crepe di entità maggiore e tali da risultare non trascurabili.

Gruppo 4: letture comprese fra 15 – 20 indicano un comportamento associabile ad anomalie ancora maggiori sia superficiali che interne al solaio esaminato (**serie anomalie**).





Gruppo 5: letture > 20 indicano un comportamento associabile ad importanti anomalie interne al solaio esaminato (**anomalie gravi**).

Come accennato precedentemente va ribadito che i suddetti livelli di anomalie, pur rappresentando un sintomo di degrado del solaio, non sono direttamente correlabili con potenziali rischi di crollo più o meno imminenti, ma segnalano solamente la presenza di uno stato fessurativo o di scarsa adesione fra gli strati.

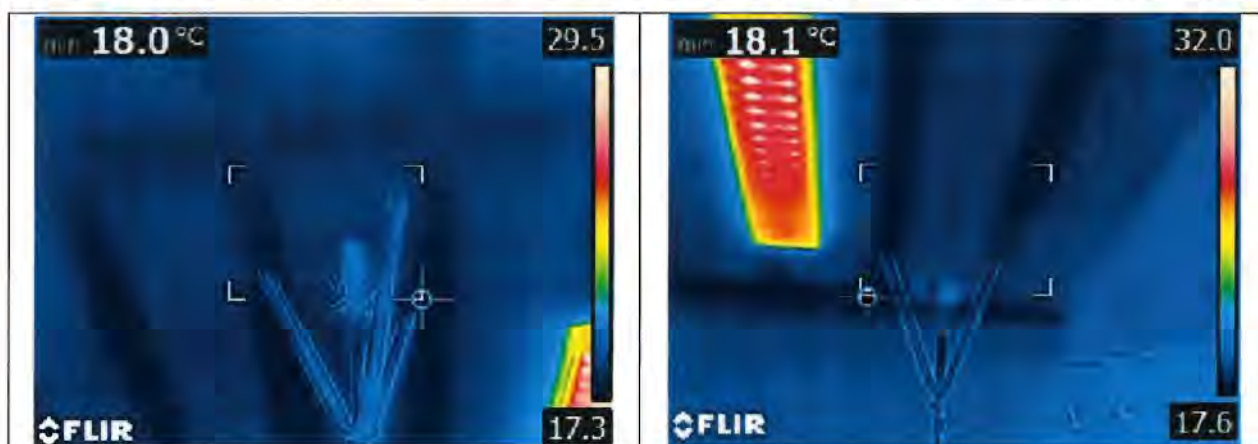
La presenza di anomalie (generalmente lesioni) è una condizione necessaria ma non sempre sufficiente affinché si determini il distacco e quindi il crollo dell'intradosso del solaio: tale criticità si manifesta quando lo stato fessurativo si presenta continuo, sufficientemente esteso, ramificato e posizionato in punti tali da favorire il distacco dell'intonaco o, nei casi peggiori, del fondello delle pignatte.

In ogni caso è importante sapere se un solaio è interessato da un fenomeno fessurativo interno, limitato od esteso che sia, in quanto tale fenomeno potrebbe aggravarsi nel tempo in conseguenza di fenomeni vibrazionali dell'edificio o altri tipi di sollecitazioni.

3 RISULTATI SPERIMENTALI

3.1 INDAGINE PRELIMINARE MEDIANTE TERMOGRAFIA

Dall'osservazione dei solai mediante Termocamera ad infrarossi è risultato evidente che questi ultimi sono stati realizzati da travetti in calcestruzzo fra i quali sono poste file di pignatte in laterizio.



Mediante questa metodologia di indagine è stato possibile individuare la posizione dei travetti : ciò ha permesso di definire un reticolo di punti di prova solamente in corrispondenza delle pignatte in laterizio, in modo tale da ottenere una serie omogenea di risultati confrontabili fra loro.





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

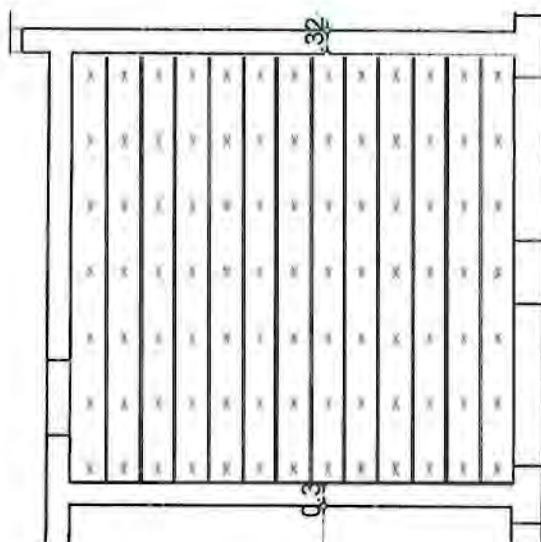
SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

Oltre alla posizione dei travetti e delle pignatte, in qualche caso l'indagine termografica permette di individuare eventuali anomalie e/o differenze strutturali che potrebbero interferire con la corretta interpretazione dei risultati.

3.2 MISURE MEDIANTE D.A.C.D.

Ciascuna fila di pignatte, posizionate fra due travetti adiacenti, ha costituito una sorta di "linea di prova" lungo la quale sono state effettuate le misure sperimentali. La distanza tra una fila e l'altra è stata pari alla distanza fra i travetti.

Nella figura seguente è schematizzata una stanza "tipo" nella quale sono stati individuate le linee dei travetti ed i punti di prova (X)



Nelle planimetrie nelle pagine seguenti sono state evidenziate, mediante diversa colorazione, le aree dei solai con comportamento "anomalo", corrispondenti ai gruppi descritti al paragrafo 2.2 su cui si basa il criterio di valutazione dell'indagine.

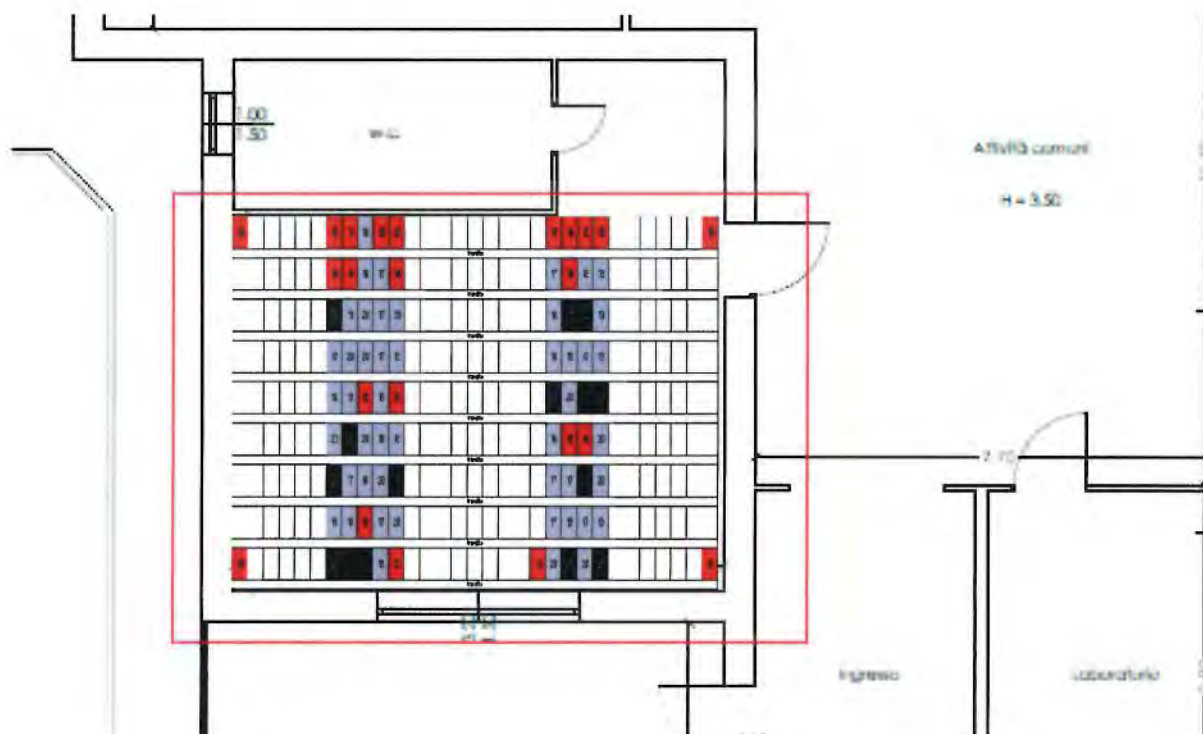
Dapprima è schematizzata la situazione generale dell'intero piano, e di seguito sono riportate in dettaglio le situazioni delle singole stanze esaminate.





LEGENDA

- | | | |
|---|--|---------------------------------|
|  | 0 – 5 | anomalie assenti o trascurabili |
|  | 5 – 10 | anomalie lievi |
|  | 10 – 15 | anomalie significative |
|  | 15 – 20 | serie anomalie |
|  | > 20 | anomalie gravi |
|  | Zone non misurate per presenza arredi, ostacoli vari | |





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

CONCLUSIONI

L'insieme dei valori strumentali acquisiti è stato suddiviso ed elaborato secondo il criterio di valutazione definito al par 2.2 : ad ogni gruppo è stato associato un colore al fine di rendere maggiormente comprensibile la situazione. In pratica

Gruppo 1 colore  letture strumentali comprese fra 0 – 5 **anomalie assenti o trascurabili.**

Gruppo 2 colore  letture strumentali comprese fra 5 – 10 **anomalie lievi**

Gruppo 3 colore  letture strumentali comprese fra 10 – 15 **anomalie significative**

Gruppo 4 colore  letture strumentali comprese fra 15 – 20 **anomalie serie.**

Gruppo 5 colore  letture strumentali > 20 **anomalie gravi.**

Come si può osservare dalla rappresentazione grafica alla pagina precedente, la situazione nelle porzioni di solaio indagate nell' Aula in esame è caratterizzata dalla presenza diffusa di anomalie significative (colore rosso), anomalie serie (colore viola) ed in alcuni punti anche di anomalie gravi (colore nero).





LABORATORIO PROVE SU MATERIALI DA COSTRUZIONE

*Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
con D.M. N. 52522 del 16/12/2004 e successivi rinnovi
settore "A" circolare n. 7617/S.T.C.*

TECNO-LAB S.R.L.

Laboratorio Autorizzato ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001

SISTEMA DI GESTIONE DELLA QUALITÀ CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001:2008

SEDE LEGALE E LABORATORIO
Via Ferri Rocco, 14
70022 ALTAMURA (BA)
TEL. 080 3147018
FAX 080 3161832
Info@tecno-lab.com
www.tecno-lab.com
P.IVA 04184890723

CONCLUSIONE

Le suddette prove sono state eseguite dai signori:

Prove in situ in data 26/04/2016

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| - Geom. Giovanni Calia | - Tecnico di Laboratorio |
| - Nicola Denora | - Tecnico di Laboratorio |

alla presenza dei signori:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| - Dott. Ing. Lucia Diletta Tarsia | - Direttore Tecnico |
|-----------------------------------|---------------------|

Elaborazione dei dati

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| - Geom. Vito Chironna | - Tecnico Sperimentatore |
|-----------------------|--------------------------|

Tutte le prove sono state svolte in conformità delle norme vigenti. Con la presente si dichiara che le attrezzature utilizzate sono regolarmente soggette ad operazioni di verifica, controllo e taratura secondo le modalità e le tempistiche previste dal piano della qualità.

Altamura, 02 maggio 2016

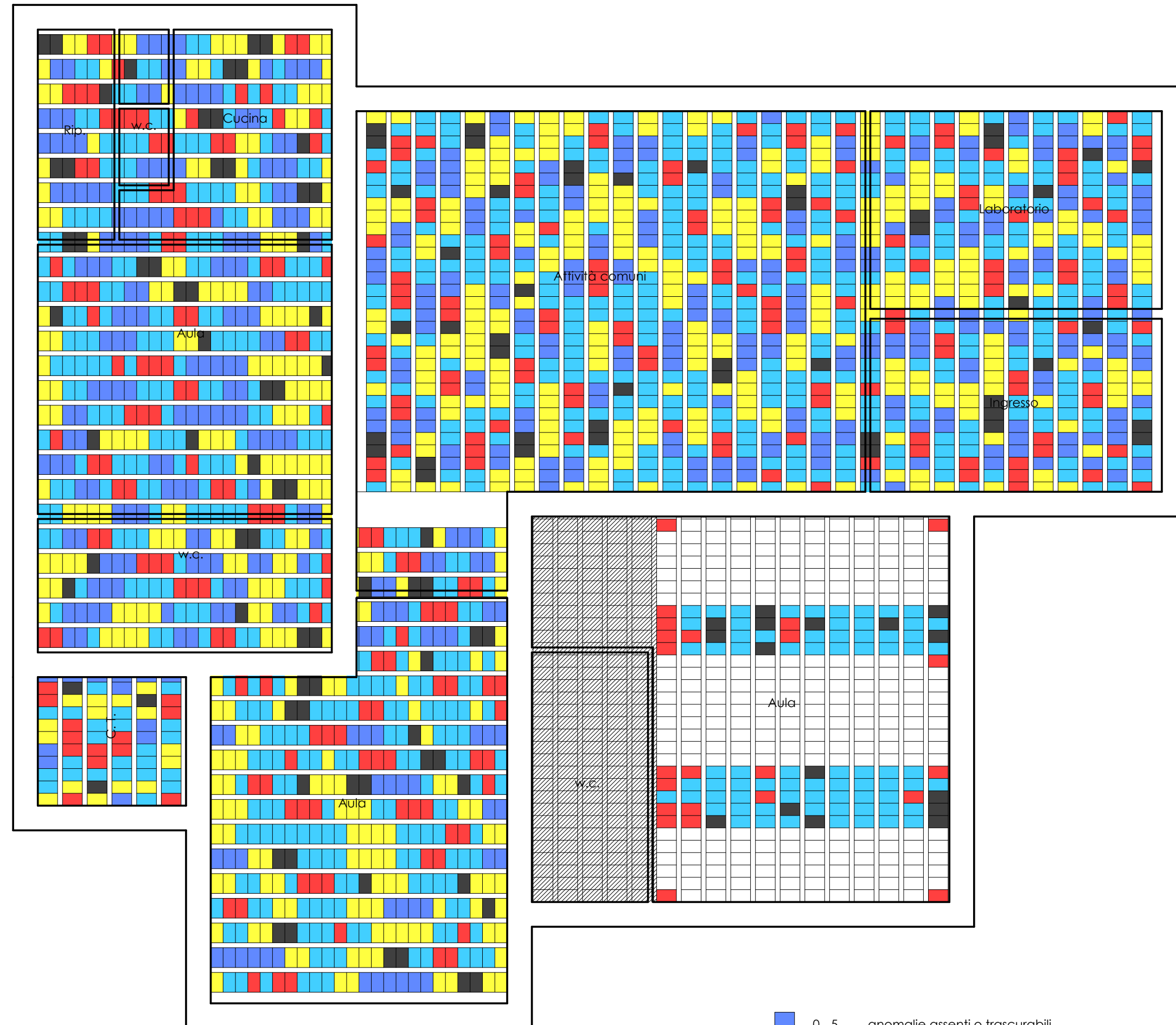
LO SPERIMENTATORE

(Geom. Vito **CHIRONNA**)

IL DIRETTORE

(Dott. Arch. Ruggiero **PERRULLI**)





ANALISI E RISULTATI SFONDELLAMENTO SOLAI