



CITTA DI TORINO

DIREZIONE SERVIZI TECNICI PER L'EDILIZIA PUBBLICA
Servizio Edilizia Scolastica

PROGETTO ESECUTIVO

**RECUPERO FUNZIONALE EDIFICI SCOLASTICI AREA NORD
VIA STAMPINI – LA MARCHESA**

BILANCIO 2015

RELAZIONE SPECIALISTICA DI CALCOLO

SUGLI INTERVENTI DI ANTISFONDELLAMENTO SOLAI

Complesso scolastico della Marchesa corso Vercelli, 141/6 – 8

Torino,

Il Progettista

Arch. Marcello FRANZIONE

**Il Responsabile del Procedimento e
Dirigente Servizio Edilizia Scolastica
(Arch. Isabella QUINTO)**

PREMESSA

Al fine di preservare l'incolumità dell'utenza scolastica, il Comune di TORINO ha conferito alla TECNOINDAGINI S.R.L. incarico finalizzato alla individuazione di eventuali situazioni a rischio da valutarsi nell'intradosso dei solai dell'edificio di seguito indicato:

Complesso scolastico della Marchesa corso Vercelli, 141/6 – 8 , locali individuati nelle tavole di progetto allegate specificatamente con gli interventi 1 e 3.

La società incaricata ha effettuato, alcune indagini conoscitive al fine di individuare le condizioni degli intradossi dei solai dove sono presenti pannelli in legno mineralizzato tipo "eraclit" e verificare la stabilità dei sistemi di controsoffittature pendinate presenti nell'edificio che ospita il Plesso Scolastico sito in corso Vercelli, 141/6 -8 ad Torino.

Tramite piccole demolizioni localizzate hanno definito la tipologia e le geometrie, fase indispensabile per risalire ad eventuali vulnerabilità intrinseche al sistema costruttivo.

Sulla scorta di tali analisi e limitatamente alle situazioni di pericolo rappresentate dallo "sfondellamento" e stabilità di controsoffittature pesanti pendinate, si è proceduto a redigere per le sole parti individuate negli interventi 1 e 3 vedi elaborati grafici, il progetto di intervento per la messa in sicurezza.

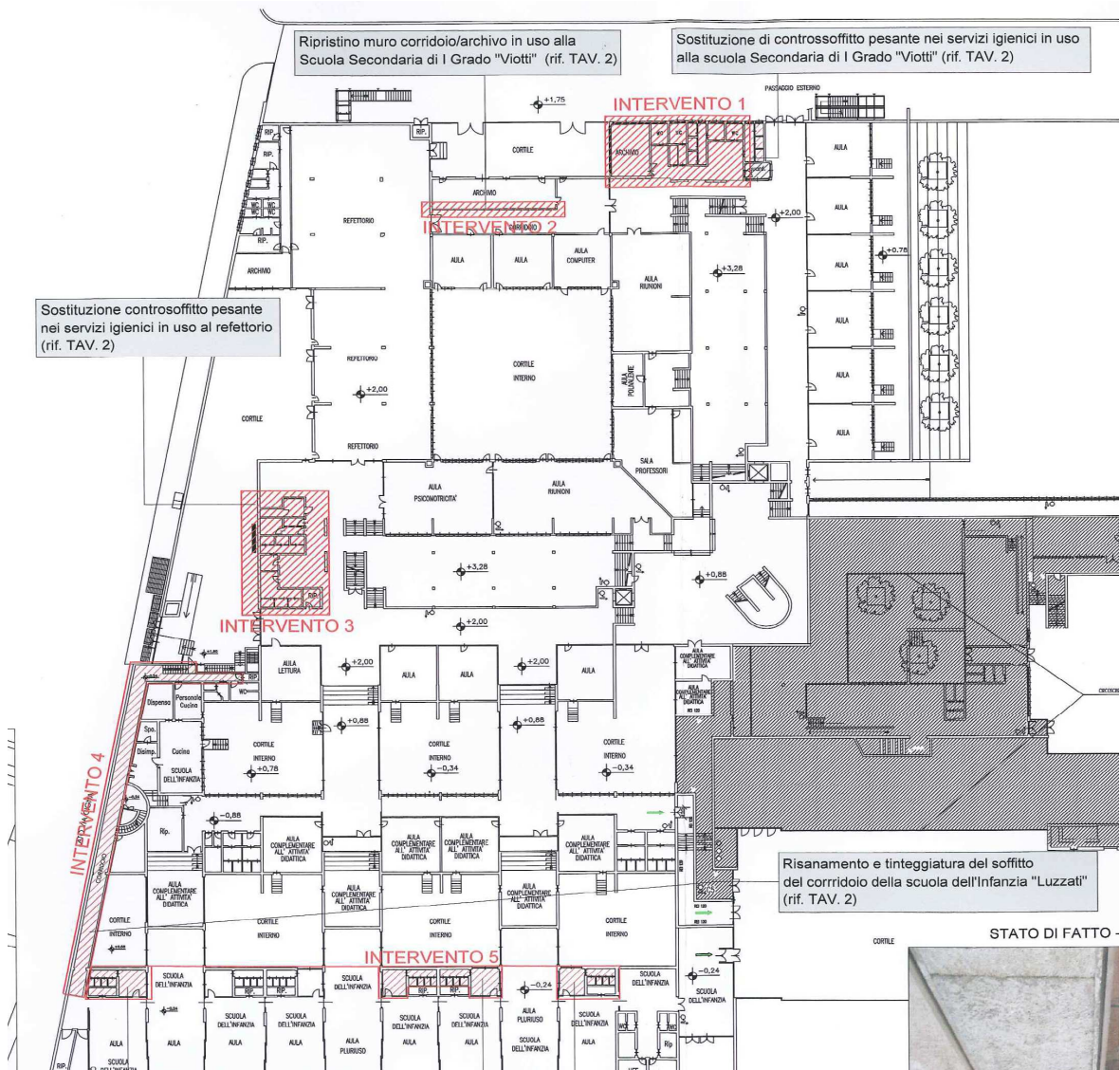
DESCRIZIONE E MODALITA' D'INTERVENTO

Nel corso del sopralluogo effettuato e, limitatamente all'ispezione visiva, la struttura portante dei solai interessati dai fenomeni di "sfondellamento" appare integra e non presenta segni di instabilità riconducibili a detti fenomeni.

Prima dell'intervento l'impresa dovrà provvedere a :

- delimitare l'area d'intervento inibendo l'accesso involontario a terzi non direttamente coinvolti nell'opera
- preparazione dell'area d'intervento con stesura di teli di protezione delle aree circostanti

Nelle aree oggetto di intervento 1 e 3 indicate nelle tavole di progetto allegate dovrà essere eseguita la rimozione della controsoffittatura in "Eraclit" pedinato (costituito da pannelli di 240 cm. x 50cm.), e la rimozione dei profili metallici ad omega e sovrastanti barre metalliche fissate al solaio.

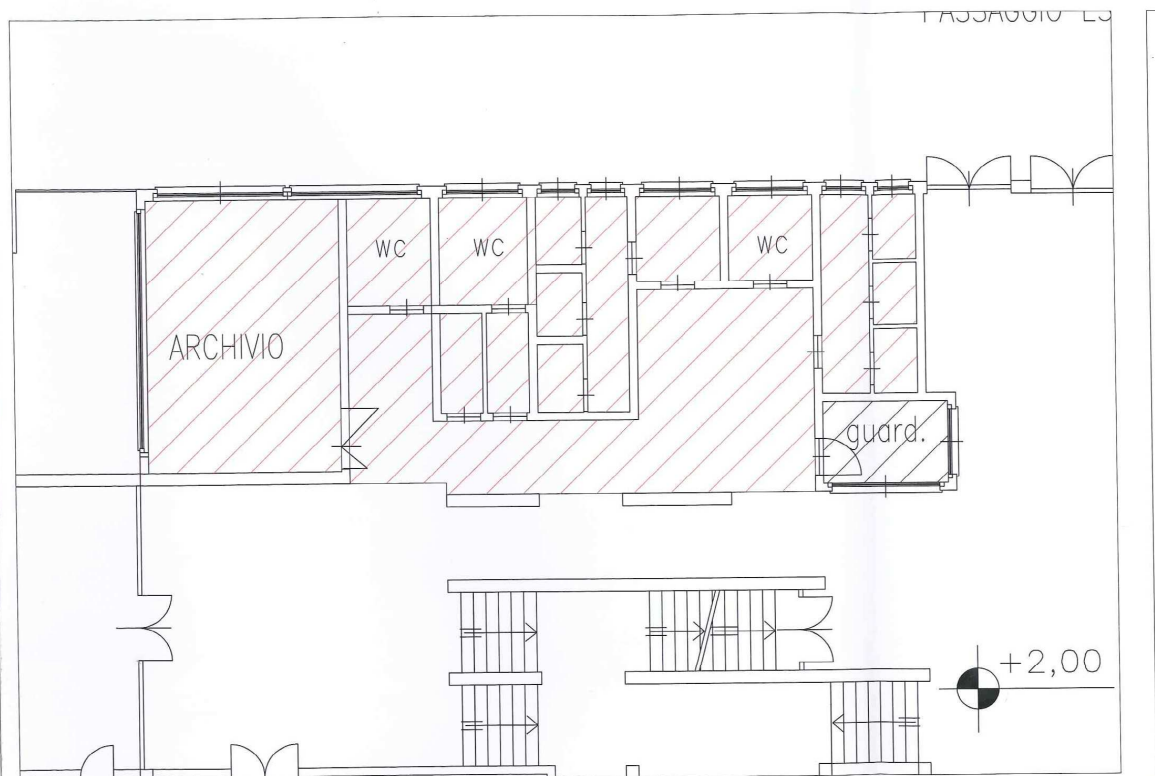


Complesso La Marchesa pendinatura della controsoffittatura in pannelli Tipo Eraclit locali sale igieniche



L'intervento in progetto sia nei locali individuati nel complesso della Marchesa consiste nella stesura e spillatura di una rete metallica ai travetti in c.a. del solaio vedi successive tav. di progetto.

INTERVENTO 1 - STRALCIO 1° PIANO FUORI TERRA
SERVIZI IGIENICI IN USO AL PIANO PALCHETTO DELLA SCUOLA "VIOTTI"
SCALA 1:100



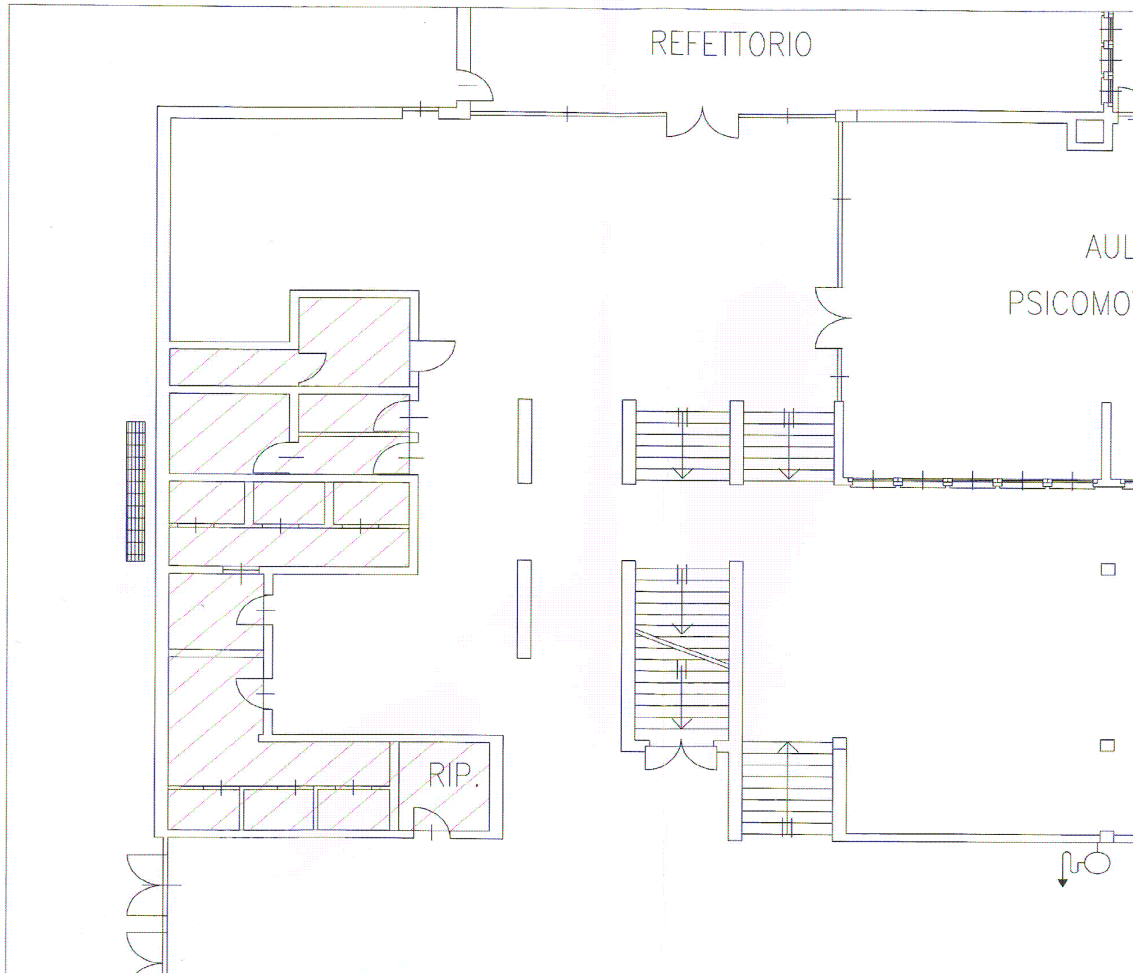
 LAVORAZIONI:

- Rimozione del controsoffitto esistente in pannelli di eraclit
- Pulizia della superficie e rimozione delle parti in fase di distacco
- Provvista e posa di rete elettrosaldata zincata antisfondellamento tramite tasselli chimici di ancoraggio
- Fornitura e posa di controsoffitto leggero a quadrotte delle dimensioni 60x60 cm

Complesso La Marchesa controsoffittatura in pannelli Tipo Eraclit locali sale igieniche



INTERVENTO 3 - STRALCIO 1° PIANO FUORI TERRA
SERVIZI IGIENICI IN USO AL REFETTORIO
SCALA 1:100



Sulla scorta di tali analisi e limitatamente alle situazioni di pericolo rappresentate dallo “sfondellamento”, si è proceduto a redigere il progetto di intervento per la messa in sicurezza per le aree individuate negli elaborati grafici.

L'intervento consiste nella realizzazione di presidi di sicurezza in grado di prevenire la caduta accidentale di quelle parti di solaio non strutturali che, possono risultare oggettivamente “pericolose”.

Nelle aree oggetto di intervento indicate nelle tavole di progetto allegate dovrà essere eseguita la stesura e spillatura di una rete metallica ai travetti in c.a. del solaio come indicato nelle tavole di progetto.

Sulla scorta di tali analisi e limitatamente alle situazioni di pericolo rappresentate dallo “sfondellamento”, si è proceduto a redigere il progetto di intervento per la messa in sicurezza per le aree individuate negli elaborati grafici.

La presente relazione riguarda unicamente la progettazione degli interventi di contenimento “antisfondellamento” dei solai misti in “laterocemento”.

Non fanno parte della presente Relazione Tecnica, interventi mirati alla salvaguardia da altri “fattori di rischio”.

DESCRIZIONE E MODALITA' D'INTERVENTO

L'intervento consiste nella realizzazione di presidi di sicurezza in grado di prevenire la caduta accidentale di quelle parti di solaio non strutturali e dell'intonaco sottostante che, possono risultare oggettivamente “pericolose”.

Prima dell'intervento l'impresa dovrà provvedere a :

- delimitare l'area d'intervento inibendo l'accesso involontario a terzi non direttamente coinvolti nell'opera;
- preparazione dell'area d'intervento con stesura di teli di protezione delle aree circostanti;
- individuazione di tutti i travetti in calcestruzzo e relativa tracciatura;
- tracciatura del reticolo a maglia 50 x 50 cm;
- prova di fissaggio del **tassello chimico** ⁽¹⁾ al travetto;
- eventuale riparazione dei travetti in calcestruzzo che si presentano ammalorati e inconsistenti secondo le indicazioni della Direzione Lavori

Stesura e spillatura di una rete metallica ai travetti in c.a. del solaio

La rete metallica dovrà essere posizionata nelle aree indicate nella tavola di progetto.

La rete in acciaio elettrosaldato zincata a caldo deve rispettare le seguenti caratteristiche minime di resistenza :

- maglia 12.7 mm x 12.7 mm
- diametro minimo del filo 0,9 mm

Il sistema di spillaggio dovrà essere eseguito attraverso l'impiego di tasselli chimici, soprattutto nel caso in cui le condizioni lo richiedessero (per esempio disomogeneità del getto, nidi di ghiaia, estrema vicinanza dei ferri di armatura ecc...), i tasselli possono essere costituiti da barre filettate zincate di diametro \varnothing 8 mm, lunghezza minima 140 mm inghisate nel travetto in cemento armato con resina epossidica ad alta resistenza.

(1) *In alternativa, i tasselli potranno essere di tipo meccanico modello Fischer tipo FAZ II 8/100 di diametro ϕ 8 mm e lunghezza 165 mm o equivalenti previa verifica della fattibilità tecnica in cantiere da parte del D.L. considerato il tipo di supporto ospitante, con aggiunta di secondo dado auto bloccante.*

Fasi di lavorazione:

- esecuzione fori con punta da 6 mm
- alesaggio fori con punta da 10 mm
- **doppia** spazzolatura con scovolino e doppio soffiaggio ad aria dei fori
- applicazione della resina
- inghisaggio barre filettate con almeno 4 cm fuori dall'intradosso filo intonaco e almeno 6 cm di perforazione del calcestruzzo. Le barre filettate ⁽¹⁾ da 8 mm di diametro, se possibile dovranno essere inserite perpendicolarmente alla superficie di intradosso del solaio, nel caso in cui i ferri di armatura dei travetti dovessero impedire l'esecuzione di fori perpendicolari si potrà provvedere all'esecuzione di fori semi laterali all'armatura leggermente inclinati, ma comunque sempre all'interno della parte piena in calcestruzzo del travetto.
- fissaggio rete con doppia rondella zincata d. 60 mm oppure doppia piastra 60x60 (min), la doppia rondella è indispensabile per garantire l'ammorsamento della rete elettrosaldata, soprattutto nel caso in cui i tasselli non siano perfettamente ortogonali alla superficie dell'intradosso. il serraggio seguito con dado "**autobloccante**" (oppure dado e controdado autobloccante) ad alta resistenza classe 8 di cui alle UNI EN ISO 898-1:2001 o superiore, tale da tenere adeguatamente "premuti" i fili della rete contro il solaio, sfruttando a pieno la resistenza a trazione, limitando al minimo il contatto del filo con il tassello e/o barra. Nelle aree di giunzione, la sovrapposizione della rete, dovrà avvenire per una lunghezza minima 10 cm .

L'interasse dei tasselli e/o barre per lo spillaggio della rete metallica ai travetti in cemento armato, in **entrambe le direzioni** è pari a 50 cm.; eventuali variazioni per oggettive difficoltà di posa dovranno essere preventivamente autorizzate dalla D.L.

I monconi delle barre filettate utilizzate per l'inghisaggio **non dovranno essere tagliate**, bensì dovranno sporgere dall'intradosso di almeno 2,5 cm necessari per le operazioni di collaudo.

- collaudo a campione del 20 % della superficie trattata, in caso di esito negativo anche di un solo ancoraggio la prova di collaudo dovrà essere estesa a tutti i tasselli con carico minimo di 150 kg. per 5 minuti.

MATERIALI - CARATTERISTICHE MECCANICHE

I materiali impiegati dovranno essere qualificati in conformità alla Direttiva Europea sui prodotti da costruzione, recepita in Italia mediante il Regolamento di Attuazione di cui al D.P.R. 246/93 e s.m.i..

Qualora il materiale impiegato risulti compreso nei prodotti previsti nel richiamato D.P.R. 246/93 e s.m.i., ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità alle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente. I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nella presente Relazione Tecnica.

Qualora il prodotto risulti sprovvisto della marcatura CE, l'installatore dovrà accompagnare la fornitura con una dichiarazione certificata che attesti :

- scheda tecnica del prodotto;
- dichiarazione delle caratteristiche del prodotto specificando la conformità alle indicazioni del progetto ed alla scheda tecnica del produttore;
- la provenienza del prodotto;
- dichiarazione che riporti gli estremi, del documento di trasporto (indicazione della catena dei documenti di trasporto dal produttore al cantiere)

Senza la su citata documentazione il materiale non potrà essere utilizzato.

Il Direttore dei Lavori, in mancanza e/o aggiornamento di norme UNI può fare riferimento alle norme ritirate e/o sostitutive.

In generale, si applicheranno le prescrizioni della presente Relazione Tecnica Specialistica.

Pertanto prima dell'inizio dei lavori l'impresa dovrà fornire alla D.L. tutte le certificazioni necessarie a comprovare la rispondenza dei materiali che intende adoperare affinché siano rispondenti alle prescrizioni contrattuali e del Capitolato Speciale d'Appalto.

I materiali previsti nell'intervento di cui al precedente punto sono:

- rete elettrosaldata acciaio zincata a caldo maglia 12.7 x12.7 Ø 0,9 mm;
- connettori rete/travetto solaio Ø > 8 mm.

Le caratteristiche meccaniche minime della rete, devono soddisfare i seguenti requisiti:

tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} > 500 \text{ Mpa} = 5.000 \text{ daN/cm}^2$
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} > 435 \text{ Mpa} = 4.350 \text{ daN/cm}^2$
tensione di calcolo allo SLU	$f_{yd} > 435/\gamma = 3.780 \text{ daN/cm}^2$
sezione resistente del filo	$A_f = 0.635 \text{ mm}^2$
peso rete/mq	$p_r = 0,84 \text{ daN/m}^2$

Connettori metallici costituiti da barre filettate diametro minimo 8 mm ⁽¹⁾, in acciaio zincato con interposto dado autobloccante e doppia rondella di diametro quest'ultima minimo 60 mm, classe di resistenza 8.8 o superiore di cui alle UNI EN ISO 898 -1:2001.

ANALISI DEI CARICHI

Il sistema di protezione proposto di cui al precedente punto deve garantire che, in caso di sfondamento delle "pignatte" di alleggerimento del solaio, queste siano trattenute dal sistema rete – connettori. E' opportuno ricordare che la pignatta ha funzione di alleggerimento e non strutturale così come il sistema rete-connettori ha funzione di trattenuta delle parti distaccate e non strutturale.

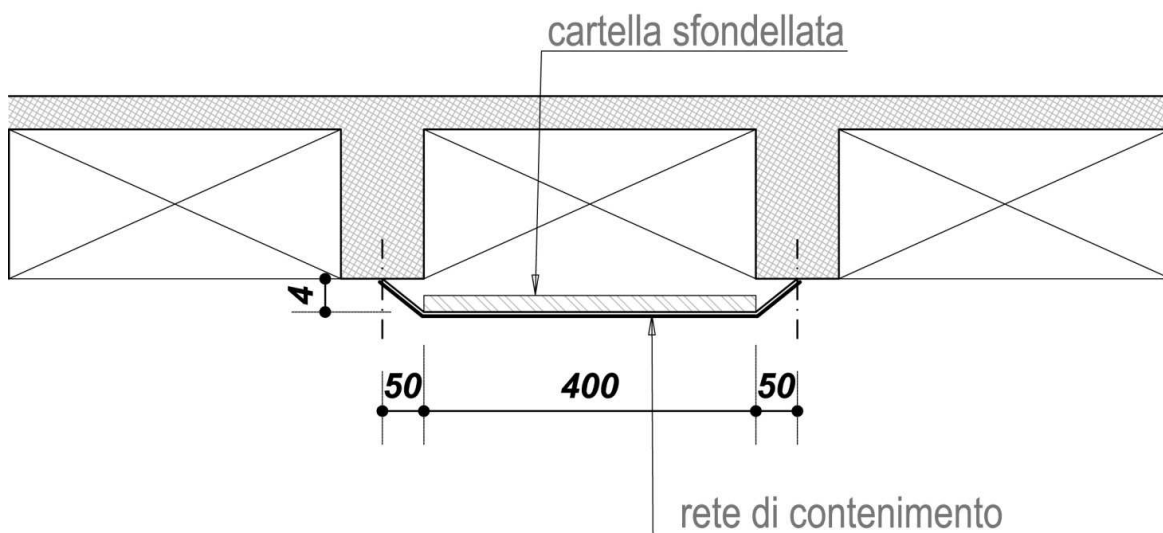
Ai fini della verifica del sistema proposto ed in accordo con quanto riportato nel Fascicolo Tecnico si assumono i seguenti carichi, che vengono maggiorati a favore della stabilità con l'introduzione di un ipotetico strato di intonaco di 2 cm :

- intonaco, spessore medio 2 cm $q_1 = 36 \text{ daN/m}^2$
- fondello pignatta spessore medio 0.5 cm $q_2 = 9 \text{ daN/m}^2$
- carico totale accidentale $q_t = 45 \text{ daN/m}^2$

Ai fini della seguente verifica si assume un carico totale $q = 50 \text{ daN/m}^2$

Dai sondaggi effettuati, sembrerebbe che nei locali in cui è prevista la demolizione del controsoffitto pesante in "Eraclit", l'intradosso del solaio non presenti l'intonaco tradizionale di finitura, a favore della stabilità strutturale, comunque si considerano i carichi di esercizio più sfavorevoli che prevedono due centimetri di intonaco.

VERIFICA DELLE STRUTTURE



RETE

La rete è soggetta sostanzialmente a sola trazione viene verificata secondo due ipotesi :

- fune equivalente -Metodo di calcolo Tensioni Ammissibili

FUNE EQUIVALENTE

Con riferimento alle modalità d'intervento descritte al precedente punto si analizza una superficie di rete compresa fra 4 tasselli che formano un quadrato 50 x 50 cm .

Trascurando il peso della rete, il carico accidentale di competenza, arrotondato per eccesso a favore della sicurezza, risulta pari a :

- carico accidentale (fondello pignatta) $q/2=50/2= 25 \text{ daN}$

Per determinare le azioni che il carico accidentale esercita sulla rete, occorre determinare la freccia della fune equivalente scarica. Notoriamente la freccia di una fune scarica orizzontale è determinata con la seguente espressione :

ipotesi di calcolo:

Viene indagata un'area compresa fra 4 tasselli posti ad interasse di 50 cm, per semplicità di calcolo, si ipotizza che la rete sia monodirezionale pur essendo assimilabile a una membrana curva bidirezionale, si ipotizza inoltre la collaborazione di n° 47 fili di rete collaboranti.

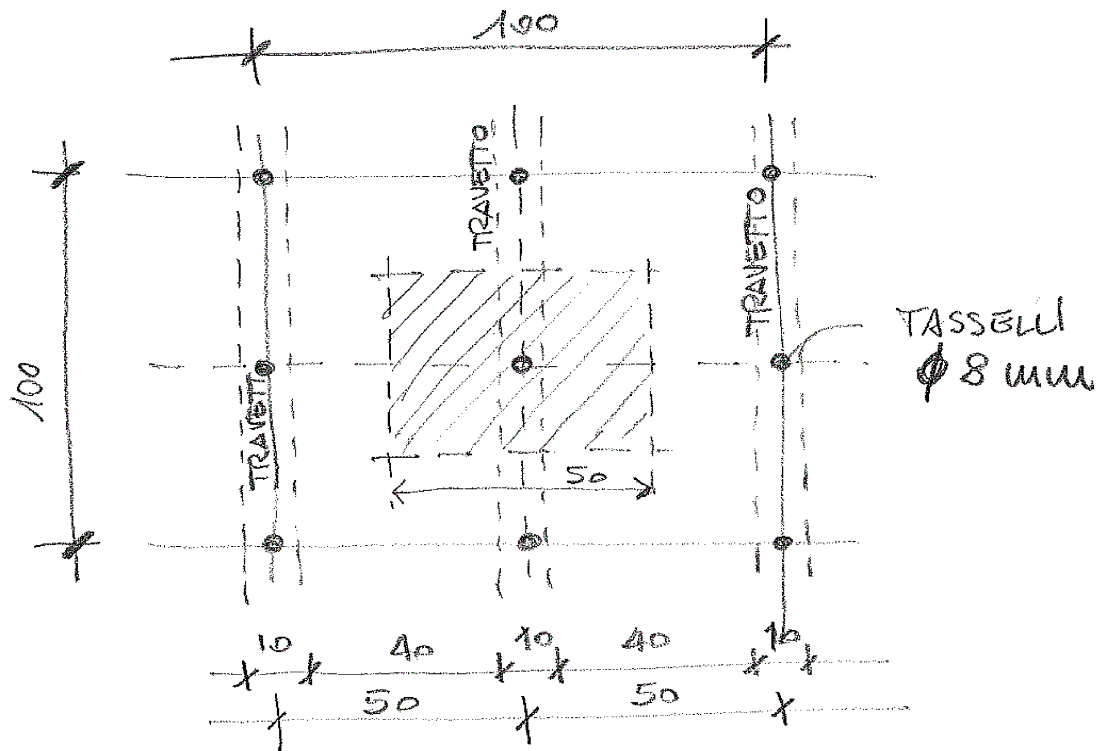
Caratteristiche della rete :

maglia	12,7 x 12,7 mm
diametro fili	0,9 mm
carico di rottura	$f_{yk} = 450\div 550 \text{ Mpa} = 3500 \text{ daN/cm}^2$
resistenza caratteristica di snervamento	
Modulo elastico dell'acciaio	2.100.000 daN/cm ²

Ancoraggi

Barra filettata 8.8	d. 8 mm
Carico ammissibile a trazione del tassello	300 daN
Carico ammissibile al taglio del tassello	600 daN

CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI



VERIFICA DELLA RETE ELETTRISALDATA

Si ipotizza che la rete sia una struttura principalmente tesa a seguito della valutazione della sua caratteristica.

La verifica viene condotta assimilando un tratto di rete ad una fune avente le stesse caratteristiche meccaniche della rete, ancorata alle due estremità.

Si verifica pertanto un tratto di rete pari a 50 cm di larghezza e 50 cm di luce.

Carichi equivalenti sulla fune tesa:

peso proprio rete $1 \times 0,5 = 0,5 \text{ daN}$

carico dovuto all'eventuale sfondellamento $50 \text{ daN/m}^2 \times 0,5 \text{ m (interasse)} = 25 \text{ daN/m} = q$

anche se il carico viene effettivamente ripartito sulla rete nel suo complesso e quindi andrebbe suddiviso sui vari fili della trama e dell'ordito, ai fini delle verifica si ipotizza che il carico agisca esclusivamente in un'unica direzione:

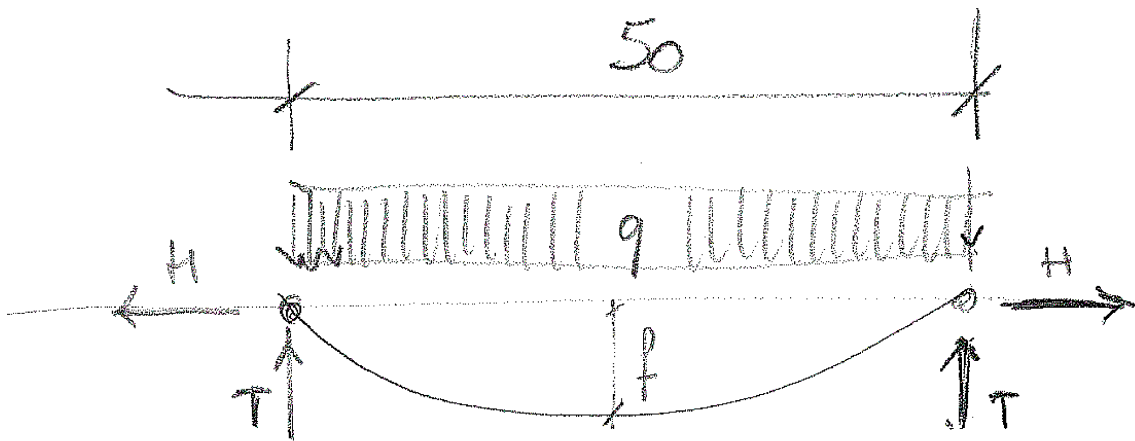
luce fune equivalente $L = 50$ cm

Peso della rete (si assume quello dell'acciaio) $\gamma = 7,85$ g/cm³

Modulo elastico $E = 2.100.000$ daN/cm²

Freccia iniziale dovuta al peso proprio della fune equivalente

$$F = \sqrt[3]{((3/64) \cdot (\gamma L^4)/E)} = \sqrt[3]{((3/64) \cdot (7,85 \cdot 6250000)/2100000 \cdot 10)} = 0,48 \text{ cm}$$



considerato che ci sono 40 fili per direzione in 50 cm di rete con maglia 1,27 cm;

diametro filo zincato $= 0,9$ mm $= 0,09$ cm

area equivalente della fune ipotetica:

$$A = (\pi \cdot 0,09^2)/4 \cdot 40 = 0,25 \text{ cm}^2$$

Per la verifica della fune si impone una freccia ammissibile pari a 4,8 mm (freccia dovuta al peso proprio della rete) e un carico , comprensivo del peso proprio , di :

$$q = 25 \text{ daN/m}$$

Le reazioni dell'ancoraggio , per una fascia di rete di 50 cm di larghezza , risultano :

Sollecitazione orizzontale della fune equivalente:

$$H = qL^2/8f = (0,25 \cdot 50^2)/(8 \cdot 0,48) = 162,76 \text{ daN}$$

$$V = qL/2 = 0,25 \cdot 50/2 = 6,25 \text{ daN}$$

La tensione nell'acciaio risulta pari a:

$$162,76 \text{ daN} / 0,25 \text{ cm}^2 = 651,04 \text{ daN/cm}^2 = 65,10 \text{ N/mm}^2$$

Con f_{yk} pari a 350 N/mm² (3500 daN/cm²)

$$65,10 \ll 350 \text{ N/mm}^2$$

Coefficiente di sicurezza 0,8

$$\sigma_{\text{amm rete}} = 0,8 \cdot 3500 = 2800 \text{ daN/cm}^2 > 651,04 \text{ daN/cm}^2$$

pertanto la rete risulta ampiamente verificata.

VERIFICA CONNETTORI

Il tassello e/o barra filettata è sollecitato da una componente orizzontale (H) ed una verticale (T) trasmessa dalla fune equivalente .

Il carico complessivo agente sul tassello è pari a:

$$T \text{ (verticale)} = 50 \text{ daN/m}^2 \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 0,5 \text{ m} = 12,5 \text{ daN}$$

$$H \text{ (orizzontale intermedia)} = 0 \text{ daN}$$

Per i connettori di bordo (reazioni della fune equivalente):

$$T = 6,25 \text{ daN}$$

$$H = 162,76 \text{ daN}$$

I connettori dovranno essere in grado di sopportare nelle condizioni specifiche di posa in opera e con un coefficiente di sicurezza pari a 3 :

$$\text{carico verticale: } V = 12,5 \cdot 3 = 37,5 \text{ daN} \ll 300 \text{ daN}$$

$$\text{carico orizzontale: } H = 162,76 \cdot 3 = 488,28 \text{ daN} < 500 \text{ daN}$$

VERIFICHE SPERIMENTALI

La presente relazione riguarda gli interventi “antifondellamento” individuati con retinatura rossa a tratteggio nelle tavole di progetto di seguito riportate.

Prima di procedere alle operazioni di posa occorre verificare la tenuta dei tasselli ad ogni piano e la sua deformazione sotto carico. A tal fine l'impresa dovrà dotarsi della necessaria attrezzatura e strumentazione atta a comprovare sperimentalmente le caratteristiche dell'ancoraggio tassello + calcestruzzo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- La presente Relazione Tecnica e' stata redatta con riferimento, per quanto applicabili, alle seguenti norme:
- legge n° 1086 del 05/11/1971 “ Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato , normale e precompresso ed a struttura metallica “
- D.P.R. 02/06/20021 n° 380 “ Testo Unico per l'Edilizia “
- D. M. 14/01/2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni “ - N.T.C./2008
- Circolare esplicativa delle N.T.C./2008 del 02 febbraio 2009 n° 617 / C.S.L.L.PP.
- Eurocodice 2 “Progettazione delle strutture in calcestruzzo “
- Eurocodice 3 “Progettazione delle strutture in acciaio “
- Delibera della Giunta Regionale del PIEMONTE n° 4-3084 del 12/12/2011.

Il sistema di contenimento dello sfondellamento oggetto della presente progettazione non modifica né la capacità portante attuale del solaio né l'entità dei carichi su di esso attualmente gravanti, quindi detto sistema non altera in alcun modo il fattore di sicurezza strutturale attualmente esistente.

Il sistema di contenimento dello sfondellamento in nessun caso può essere considerato come intervento atto ad impedire il crollo del solaio stesso per cause dovute a difetti di

progettazione, esecuzione e/o degrado del solaio che possono compromettere la stabilità degli elementi strutturali, tali situazioni devono essere indagate con specifiche indagini.

MANUTENZIONI

Ogni 10 anni dalla posa in opera delle reti, se correttamente fissate con dadi autobloccanti, occorre verificare a campione visivamente l'integrità della rete che non sia affetta da fenomeni corrosivi che potrebbero vanificare l'effetto di ritenuta delle parti costituenti l'intradosso.

In occasione di eventi eccezionali quali allagamenti o infiltrazioni di acqua nei solai, eventi sismici, modifiche delle strutture, eventi che potrebbero diminuire la tenuta dei tasselli, sarà cura dell'amministrazione verificare a campione l'efficienza dei tasselli e visivamente l'integrità della rete che non sia affetta da fenomeni corrosivi che potrebbero vanificare l'effetto di ritenuta delle parti costituenti l'intradosso.

Torino,

Il Progettista
(Arch. Marcello FRANZIONE)

**Il Responsabile del Procedimento e
Dirigente Servizio Edilizia Scolastica**
(Arch. Isabella QUINTO)
