

Committente:



COMUNE DI MONTEPRANDONE

Provincia di Ascoli Piceno

Piazza dell'Aquila, 1 - cap 63076

tel. 0735/71091 - fax 0735-62541

C.F. e P.IVA 00376950440

PEC: comune.monteprandone@emarche.it

indirizzo internet: <http://www.comune.monteprandone.ap.it/>

Responsabile del Procedimento:

Geom. Pino CORI

Scuola Media "Carlo Allegretti"

Via Colle Gioioso - Monteprandone (AP)



Progettista:



SIDOTI ENGINEERING S.R.L. UNIPERSONALE

ARCHITETTURA >> INGEGNERIA

Sede legale:

via Borgo Garibaldi 33 - 00041 Albano Laziale (RM)

Tel. e fax: 06.9323891 - cell. 393.9868781

REA CCIAA di RM 1379068

Filiale Marche:

via Roma 12 - 63081 Castorano (AP)

Capitale sociale € 10.000,00 i.v.

C.F. e P.IVA 12502151009

A.U. e D.T. Arch. Vincenzo Sidoti

Email: sidotiengineering@gmail.com

PEC: sidotiengineering@legalmail.it

Responsabile delle Integrazioni Specialistiche, Progettista,

Coordinatore della sicurezza in fase di Progettazione:

Arch. Vincenzo SIDOTI

Progettista Opere Edili:

Arch. Jlenia ALLEVI

Progettista Opere Strutturali:

Ing. Simone SENZACQUA

Livello progettuale:

PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato:

**RELAZIONE GENERALE E
TECNICO-ILLUSTRATIVA -
CRONOPROGRAMMA**

Timbri e firme:

Responsabile delle Integrazioni Specialistiche, Progettista,

Coordinatore della sicurezza in fase di Progettazione:

Arch. Vincenzo SIDOTI

Progettista Opere Edili:

Arch. Jlenia ALLEVI

NOME FILE			AMBIENTE SOFT.		SCALA
R01.doc			Word		-
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	26/04/2018	Prima emissione	J. ALLEVI	J. ALLEVI	V. SIDOTI
Codice commessa:		Livello progett.:	Elaborato:		
32.18		PE	R01		

INDICE

1	Premessa.....	2
2	Localizzazione dell'intervento, inquadramento urbanistico-territoriale e vincoli esistenti	5
3	Analisi dello stato di fatto	6
3.1	Analisi sfondellamento	9
3.1.1	Rilievo geometrico	9
3.1.2	Rilievo del quadro fessurativo	10
3.1.3	Diagnosi con battitura manuale.....	11
3.1.4	Diagnosi mediante Strumento Sonico	11
3.1.5	Caratteristiche del metodo	12
3.2	Analisi termografica	13
3.2.1	Caratteristiche del metodo	13
3.2.2	Indicazioni ricavate	13
3.3	Analisi costruttiva.....	14
3.3.1	Identificazione dei solai.....	14
3.4	Risultati delle analisi	15
3.4.1	Infiltrazioni di acqua	15
3.4.2	Intonaci.....	17
3.4.3	Sfondellamento.....	18
4	Obiettivo dell'intervento e principali normative di riferimento	20
5	Caratteristiche generali dell'intervento	21
6	Dati dimensionali e quantitativi dell'intervento	22
7	Elenco elaborati	24
8	Quadro economico	25
9	Cronoprogramma.....	26

1 PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dal **Comune di Monteprandone (AP)** nel 2016 si è proceduto ad effettuare una analisi diagnostica per individuare le condizioni all'intradosso dei solai dell'edificio che ospita la **Scuola Media "Carlo Allegretti"**, ubicata in Via Colle Gioioso, 2.

Lo "sfondellamento", come manifestazione di degrado, racchiude in sé aspetti legati al "rischio" di caduta dall'alto (dall'intradosso dei solai) di parti o porzioni più o meno estese di componenti di finitura, quali l'intonaco, e di componenti strutturali come i fondelli dei blocchi di alleggerimento facenti parte dei solai.

Diverse e concomitanti possono essere le cause di tali fenomeni, ed in particolare, quelle legate alla caduta dell'intonaco (o alla sua fessurazione), possono essere viste come segno premonitore (non sempre presente) di quello ben più grave, in termini di rischio per gli occupanti, che porta al distacco della porzione inferiore della "pignatta" (sfondellamento: distacco del fondello del blocco di alleggerimento del solaio).

La difficoltà a prevedere tale tipo di fenomeno va ricercata 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, a distanza di tempo dalla messa in esercizio, effetti negativi e danneggiamenti dei blocchi in laterizio che denunciano eccessive dilatazioni termiche, condizioni igrometriche impreviste, errate concezioni di calcolo (eccessivi carichi gravanti o cattiva ripartizione delle azioni) o scelte geometriche non ponderate (luci eccessive o posizionamento improprio di murature o elementi rompitratta) oppure condizioni d'uso in genere che possono mettere a dura prova i componenti (infiltrazioni, allagamenti, errato impiego dei locali o con modalità non previste, ecc...).

A questi aspetti possono affiancarsene anche ulteriori, legati alle modalità di produzione dei singoli blocchi in laterizio (impasto, cottura, geometria del blocco) ma anche più in generale alle modalità di messa in opera dei componenti (controllo dell'integrità dei blocchi da mettere in opera, bagnatura degli stessi prima del getto, etc...); nel caso in cui le maestranze abbiano replicato gli errori esecutivi tali effetti possono conseguentemente interessare interi edifici.

L'importanza e la delicatezza di questo aspetto è comprensibile pensando alle possibili conseguenze che può rivestire, **(una porzione di 1 mq di fondello di pignatta+intonaco può arrivare, a pesare dai 30 fino ai 70 kg)** unite all'elevata imprevedibilità con cui può manifestarsi.

La mancanza di rivestimento delle armature con calcestruzzo, comporta creare fenomeni di tensione sul fondello del travetto che possono estendersi facilmente ai setti dei blocchi di alleggerimento decretando in modo repentino il distacco ed innescando quindi un effetto interessante ampie superfici di intradosso del solaio.

Pertanto, risulta non corretto considerare il possibile rischio di sfondellamento solo a certe epoche realizzative, in quanto esso può risultare ancora oggi un fenomeno diffuso essendo insito in errori che possono essere facilmente commessi da posatori o da maestranze con scarsa competenza.

Il controllo interessa fondamentalmente due scale di indagine: una scala macroscopica (valutazione della geometria e analisi d'insieme degli ambienti) ed una microscopica (esame delle fessurazioni interne ai blocchi, problemi legati ai materiali costituenti, alle modalità di getto, ecc..), effettuando



un'attenta analisi in situ con indagini non distruttive, ma contemporaneamente facendo corrispondere una buona "anamnesi" storico-costruttiva del fabbricato.

Un ulteriore aspetto da valutare è quello legato alle modalità di realizzazione e allo stato di conservazione dall'intonaco: anch'esso in base al materiale costituente ed alle condizioni ambientali specifiche presenti (umidità, elevate escursioni termiche, vibrazioni) può subire, o a sua volta causare anch'esso, il distacco del fondello ovvero favorire l'evoluzione del fenomeno.

Intonaci troppo rigidi (a base cementizia) possono costituire, per ritiro o per contrasto alle ordinarie dilatazioni termiche, innesco per tensioni interne al fondello capaci di portarlo alla fessurazione e quindi, per fenomeni ciclici, al tranciamento dai setti superiori con conseguente distacco; anche in tal caso il fenomeno può velocemente degenerare passando da dimensioni circoscritte e limitate a ben più ampie ed estese coinvolgendo interi ambienti.

L'analisi diagnostica eseguita per la prevenzione del rischio di sfondellamento è stata effettuata tramite un **protocollo di indagine** che ha permesso, innanzitutto, di acquisire le informazioni necessarie per compiere una ricostruzione storica dell'edificio.

In particolare, si è provveduto a:

- conoscere la storia del fabbricato;
- ricercare la tipologia edilizia in relazione all'anno di costruzione, in particolare la tipologia costruttiva dei solai e loro consistenza;
- conoscere le destinazioni d'uso, originali ed attuali, dei locali per poter risalire alle storie di carico dei diversi solai;
- ricostruire le planimetrie generali del fabbricato in modo da valutare la distribuzione dei locali ed impostare la fase operativa di monitoraggio;
- definire la geometria, i dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali impiegati nella realizzazione dei solai;
- definire lo stato di conservazione dei solai del fabbricato.

3

Queste operazioni sono fondamentali al fine di verificare le condizioni dei solai, dei controsoffitti e degli elementi ad essi ancorati.

Successivamente si è proceduto con le osservazioni in sito a:

- 1 **ispezionare accuratamente i soffitti e i controsoffitti**, le strutture e le superfici di ancoraggio degli elementi appesi, anche tramite gli appositi vani di ispezione, lo smontaggio di porzioni di controsoffitto per quanto necessario, al fine di verificare la condizione degli elementi oggetto d'indagine;
- 2 **ispezionare accuratamente le strutture di ancoraggio** di ogni elemento non strutturale ancorato ai soffitti e/o controsoffitti posizionati all'interno dei locali accessibili;
- 3 **ispezionare a mezzo rilievo visivo e rilievo fotografico** così da rappresentare fedelmente lo stato di intradosso dei solai;
- 4 **eseguire indagini non distruttive mediante battitura manuale** finalizzate ad individuare fenomeni di "sfondellamento" e distacco pareti di solaio;



5 eseguire indagini strumentali sempre finalizzate ad individuare fenomeni di “sfondellamento” in atto;

6 eseguire saggi esplorativi sulle parti non strutturali dei solai (intonaci, pignatte etc....).

Già un primo impatto visivo con l’ausilio della termocamera ad infrarossi ha fornito importanti informazioni sullo stato di salute dei solai.

Piccole demolizioni localizzate infine hanno permesso di definirne la tipologia e di constatarne le geometrie.

Questa fase preliminare di indagine è indispensabile: infatti solo un solaio con laterizio di alleggerimento può essere soggetto a sfondellamento.

Nella prima fase di verifica l’analisi delle solette dei singoli locali è avvenuta tramite battitura manuale.


Questo metodo indica la presenza del fenomeno.

Infine, l’elaborazione delle immagini termografiche registrate durante l’indagine confrontate con i risultati ottenuti dalla battitura hanno consentito di ottenere tutti i dati necessari per una corretta diagnosi dello stato di consistenza e conservazione degli intradossi dei solai e di definire le strategie di intervento.

2 LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO, INQUADRAMENTO URBANISTICO-TERRITORIALE E VINCOLI ESISTENTI

Il plesso scolastico Carlo Allegretti, ubicato nel comune di Monteprandone, nella provincia di Ascoli Piceno, è delimitato ad est da Via Colle Gioioso, raggiungibile dalla Strada Provinciale 54, mentre sui restanti lati da aree agricole.



 Area di intervento

L'immobile viene identificato all'interno del Piano Regolatore Generale come "Tutela - Zona archeologica di quasi certo ritrovamento", con destinazione "Servizi – Area per l'istruzione".

L'intervento avrà luogo esclusivamente all'interno degli ambienti dell'edificio scolastico.

Per maggiori specifiche riguardanti l'inquadramento urbanistico-territoriale e la descrizione dell'immobile, si rimanda all'elaborato grafico Tav.01 e ai paragrafi successivi.

3 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Dalla documentazione raccolta si è potuto risalire con certezza alla data di costruzione dell'edificio: la progettazione iniziale dell'edificio scolastico in oggetto risale al 1979.

Tutta la documentazione tecnica (architettonica e strutturale) riguardante il progetto originario, i relativi stralci, le varianti e gli interventi successivi, si trova depositata presso l'archivio dell'Ufficio Tecnico del Comune di Monteprandone, ed è quindi in tale archivio che è stata reperita la documentazione di letteratura del fabbricato in questione.

L'edificio, costituito da un unico corpo di fabbrica, fu realizzato in due distinti stralci, separati da un giunto di dilatazione.

Il progetto originario strutturale dell'edificio fu commissionato dall'Amministrazione Comunale di Monteprandone all'Ing. Daniele Guidotti, che redasse il **progetto strutturale del primo stralcio nel 1984**. Nel **1987** fu redatta la variante al progetto del primo stralcio dall'ing. Francesco Guidi, prevedendo un edificio di 3 piani composto da:

- parziale piano scantinato (superficie 590 mq);
- sovrastante piano rialzato disposto su due livelli (superficie 810 mq);
- ulteriore parziale primo piano disposto su due livelli (superficie 385 mq);
- copertura a terrazza.

Tale progetto prevedeva la realizzazione di 6 aule normali (3 al piano rialzato, 3 al piano primo), 2 aule speciali (1 al piano rialzato, 1 al piano primo), servizi su tutti i piani, ingresso, 2 locali di segreteria, uno per il Preside e uno per i professori, una sala per la visita medica e servizi relativi al piano rialzato, infine un ampio locale seminterrato destinato ad archivi.

Il secondo stralcio, per il quale il progetto strutturale fu redatto dall'Ing. Francesco Guidi (già progettista della variante e direttore dei Lavori del primo stralcio) fu redatto **nel 1992**, prevedendo un corpo di fabbrica realizzato in aderenza Ovest al primo fabbricato, composto da:

- piano rialzato disposto su due livelli (superficie 1.105 mq);
- sovrastante parziale primo piano disposto su due livelli (superficie 675 mq);
- copertura a terrazza.

Tale progetto prevedeva l'ampliamento della scuola sul lato Ovest reiterando la stessa struttura del primo stralcio in altri due moduli adiacenti ed intervallati da due patii interni a cielo aperto.

Al piano seminterrato è stata aggiunta la mensa, al piano rialzato altre 6 aule normali, 2 aule speciali, una biblioteca e una videoteca, al piano primo altre 6 aule normali e 2 aule speciali, oltre ad altri 2 blocchi di servizi rispettivamente al piano rialzato e al piano primo.

L'opera venne terminata e collaudata alla fine del 1994, a cura dell'Ing. Angelo Infriccioli.

Lo stato attuale corrisponde all'ultimo stato di progetto, salvo alcune disposizioni differenti di tramezzature nei servizi del piano scantinato, oltre alla presenza di un locale di smistamento pasti ad uso della mensa.



Le Norme Tecniche strutturali dell'epoca, facevano riferimento alla Legge n° 1086 del 5 novembre 1971, alla Legge n° 64 del 02/02/1974, al D.M. 24/01/1986 e alle Leggi Regionali n° 33 del 03/11/1984 e n° 18 del 27/03/1987 che regolavano la progettazione delle strutture in c.a. nelle località dichiarate sismiche.



Figura 1: Scuola Media "Carlo Allegretti"

Il complesso scolastico in oggetto ha una struttura in c.a. che presenta 5 livelli di elevazione a differenti quote; il salto di quota tra un'elevazione e l'altra è di 1,65 m, con un interpiano di 3,30 m tra piano rialzato e piano primo.

7

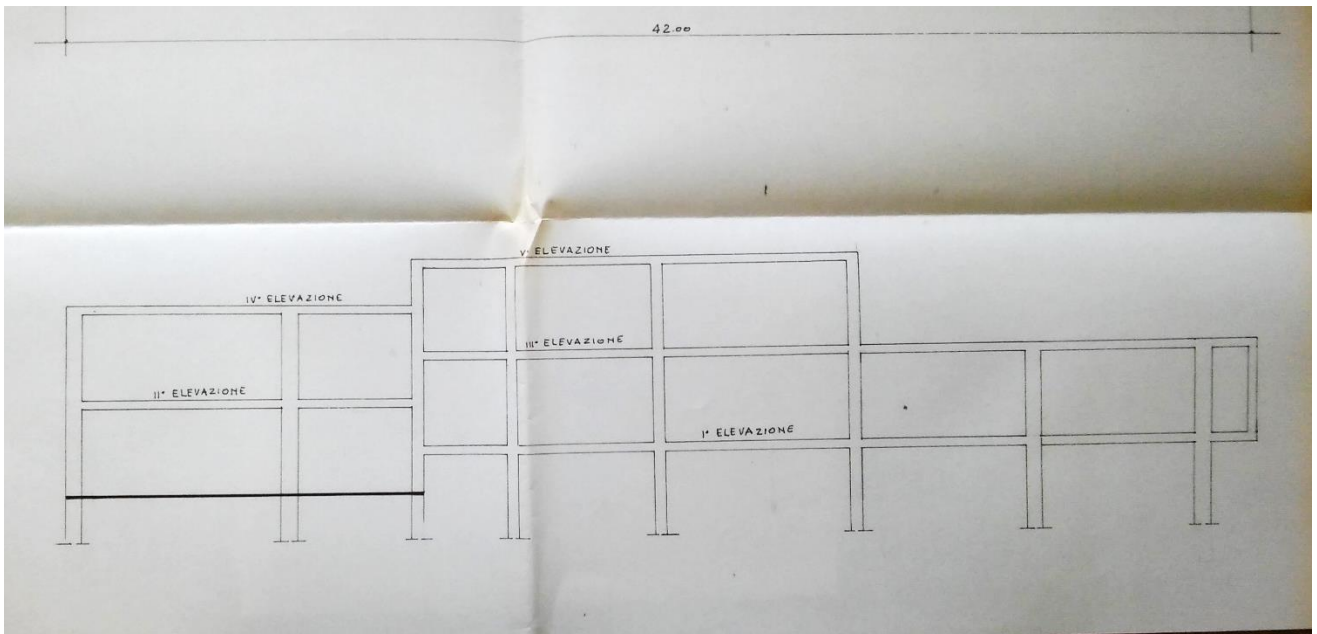


Figura 2: Dettaglio dal progetto strutturale del secondo stralcio – Livelli di elevazione – Sezione lato Ovest della scuola

I solai sono in latero-cemento tutti dello spessore di 20+5 cm e fondazioni superficiali a travi rovesce disposte a reticolo.

La struttura portante verticale è formata da 56 pilastri, di cui n. 34 pilastri di dimensioni 40 x 40 cm, n. 3 di dimensioni 40 x 50 cm, n. 10 di dimensioni 40 x 60 cm, n. 5 di dimensioni 30 x 50 cm, n. 4 di dimensioni 30 x 60 cm.

Al piano di carpenteria delle aule (2° e 3° livello di elevazione) le travi correnti in direzione Nord-Sud hanno sezione 30 cm x 60 cm, quelle correnti in direzione Est-Ovest 30 cm x 50 cm; al 2° livello di elevazione, trasversalmente al corridoio a servizio delle aule del lato sud, le travi a spessore sono di dimensione 120 x 25 cm.

Il solaio di piano è in latero-cemento $h = 20+5$ cm, mentre quello di copertura piana è sempre in latero-cemento $h = 20+5$ cm.

L'altezza è di circa 8,25 m alla gronda, mentre l'altezza netta di interpiano è di circa 3,30 m.

Complessivamente l'edificio conta **2 livelli fuori terra** a differenti quote per un ammontare di circa **3.500 mq.**

Sono state eseguite indagini diagnostiche a livello del piano seminterrato, del piano rialzato e del piano primo.

Gli ambienti dell'edificio non presentano controsoffitti, tuttavia nel locale della mensa al piano seminterrato è direttamente applicato all'intradosso del solaio uno strato flessibile di pannello fonoassorbente (**vedasi Tav. 04**).

All'interno dei locali sono stati rilevati e verificati gli ancoraggi di ogni elemento non strutturale ancorato ai soffitti (**vedasi Tav. 03**).



Figura 3: Ingresso - dettaglio elementi ancorati



Figura 4: Mensa - dettaglio soffitto ed elementi ancorati

3.1 Analisi sfondellamento

Una corretta prevenzione nasce da un attento monitoraggio e screening dello stato dei luoghi tramite una molteplicità di indagini, di rapida e non invasiva esecuzione, che consentano di avere un completo ed approfondito quadro conoscitivo degli ambienti: è possibile quindi, tramite l'impiego sinergico di varie tecniche di indagine, avere una sufficiente conoscenza dello stato di conservazione dei soffitti ed un immediato e facilmente leggibile quadro dei maggiori o minori rischi di caduta di porzioni di intonaco o addirittura di fondelli di pignatte che possono verificarsi nei differenti ambienti, al fine ultimo quindi di indirizzare successivamente in maniera corretta le risorse economiche disponibili per un eventuale miglioramento o adeguamento.

9

I risultati di questi controlli ed indagini sono stati riportati su planimetrie per avere una visione d'insieme, fornendo una lettura su larga scala dei fenomeni rilevati in modo tale da poterne dare un'interpretazione più ampia e corretta e poter ricondurre, ad esempio, particolari esposizioni dell'edificio, a fattori esterni o a concezioni strutturali e geometriche che altrimenti non emergerebbero con chiarezza.

3.1.1 Rilievo geometrico

Il primo passo propedeutico alla conoscenza dell'impianto strutturale dell'edificio è costituito dalla fase di rilievo geometrico, il quale contiene tutti quegli elementi necessari a rappresentare l'articolazione spaziale degli elementi del fabbricato.

Il rilievo geometrico privilegia l'individuazione dell'esatta posizione delle parti strutturali ad ogni piano, anche in riferimento al piano sottostante, e l'esatta determinazione dello spessore dei solai.

La rappresentazione dei risultati del rilievo è stata restituita graficamente (**vedasi Tav. 02**), ai fini di una corretta comprensione dell'articolazione degli spazi e delle varie unità strutturali, nonché propedeutiche alla successiva interpretazione critica del rilievo geometrico.

Gli elaborati di rilievo geometrico sono anche accompagnati da opportuna documentazione fotografica.

La lettura critica del rilievo geometrico fornisce già di per sé preziose indicazioni, ed è finalizzata a mettere in luce alcuni aspetti condizionanti lo sfondellamento dei solai.

In particolare, si può comprendere piuttosto facilmente:

- il meccanismo di trasformazione tipologico (identificazione delle componenti originarie, di eventuali ampliamenti, rimozioni, sostituzioni, etc....).
- i rapporti di regolarità e modularità ai diversi piani;
- l'allineamento delle pareti, l'ortogonalità rispetto ai percorsi;
- eventuali rastremazioni delle pareti in verticale, l'affiancamento di pareti, i muri poggianti "in falso" sui solai sottostanti, lo sfalsamento di quota tra solai contigui;
- la posizione delle aperture (determinazione delle zone di debolezza nel percorso di trasmissione degli sforzi, nonché di modificazioni avvenute nel tempo).

3.1.2 Rilievo del quadro fessurativo

L'analisi del quadro fessurativo consente di ottenere gli elementi necessari per formulare un giudizio sulle condizioni statiche strutturali o, nel caso di dissesti, di risalire alle cause che li hanno generati.

Nell'esame delle lesioni è necessario distinguere le fessurazioni delle pignatte/tavole con quelle dell'intonaco che le riveste, distinguere le fessurazioni recenti da quelle non recenti e discernere le fessurazioni dovute a contrazioni superficiali dell'intonaco da quelle dovute a deficienze statiche.

È possibile anche estirpare dei frammenti di materiale dalla parte di uno dei cigli della lesione e confrontare la superficie di frattura fresca appena strappata dalla sua sede con il resto della lesione.

Attraverso la presente indagine, è stato possibile identificare e analizzare la presenza delle criticità.

Il rilievo del quadro fessurativo dei soffitti (**vedasi Tav. 03**) ha permesso di schematizzare sulle tavole grafiche fessure di qualunque tipologia; a tal proposito, sono state individuate solo fessure di carattere superficiale.

Più specificatamente, nel rilievo si sono distinti due tipi di degrado: fessure di tipo lineare, in numero assai limitato, e degrado di tipo areale, che coinvolge esclusivamente i solai delle aule rivestiti in intonaco bucciato, sia al piano terra che al piano primo.



Figura 5: Dettaglio dei distacchi di intonaco bucciato nelle aule 2B e 3B del primo piano

Questo tipo di rivestimento, dato il suo spessore consistente, col tempo può portare a distacco di porzioni di intonaco per effetto del peso proprio.

3.1.3 Diagnosi con battitura manuale

La battitura manuale della soletta, con conseguente “auscultazione” del soffitto, è un metodo per la prima verifica dello sfondellamento.

Sollecitando la superficie del soffitto con colpi regolari, su di una ipotetica maglia di circa 20-30 cm, si compie la prima valutazione di massima.

La presenza di suoni vuoti in zone particolari del solaio indica l'esistenza del fenomeno.

Questa operazione di scrematura permette di controllare l'intera superficie e di raffinare la diagnosi, in una seconda fase, mediante lo strumento di ispezione sonica.

Osservata la presenza di zone ammalorate si procede, ove necessario, ad una diagnosi approfondita mediante lo strumento sonico.

Dal punto di vista grafico, si è proceduto alla identificazione di tutte le porzioni di soffitto sulle quali è stata eseguita la diagnosi (**vedasi Tav. 07**).

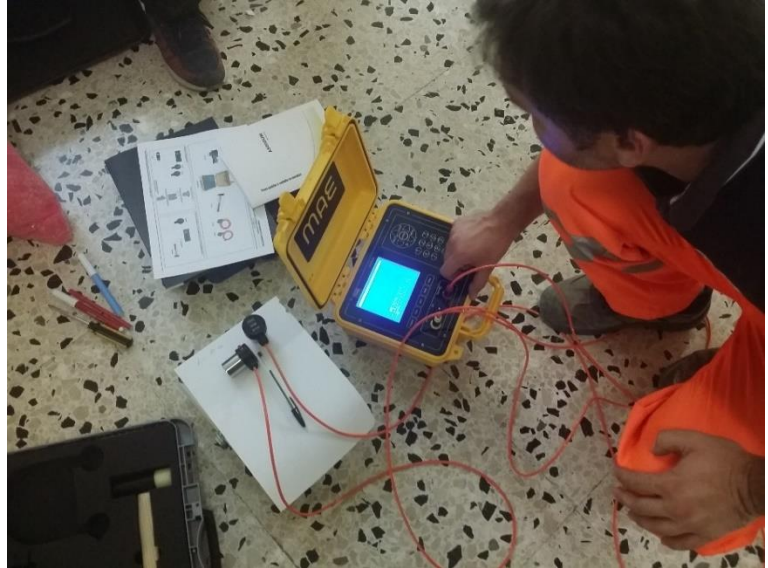
3.1.4 Diagnosi mediante Strumento Sonico

Il metodo ha lo scopo di individuare, con metodi semi-distruttivi, gli sfondellamenti o le lesioni negli elementi in laterizio e anche i distacchi del solo strato d'intonaco.

La strumentazione per l'indagine con il metodo è composta da una parte di acquisizione dati, alloggiata su di uno stativo di supporto in alluminio, di altezza variabile, che comprende l'energizzatore che genera la forza di impatto sul solaio, un microfono che ne registra l'entità e dall'hardware di acquisizione che provvede all'acquisizione ed alla successiva analisi e visualizzazione del dato acquisito.

Una volta acquisito il dato esso viene trasmesso automaticamente all'unità di visualizzazione, un tablet, in modo da poter procedere alla visualizzazione del dato acquisito ed alla successiva analisi.

SPECIFICHE TECNICHE:



- Canali acquisizione: 1
- Convertitori: risoluzione 24 bit, tecnologia delta-sigma
- Range dinamico: 128dB
- Distorsione massima: 0.0005%
- Banda passante: 0-106Hz
- Common mode rejection: 110 dB a 60 Hz
- Diafonia: -120dB a 20 Hz
- Filtro anti-alias: -3dB, 80% della frequenza di Nyquist, -80dB
- Tempo pre-trigger: impostabile da software
- Frequenza di campionamento: 4000 - 8000 c/s

12

L'indagine viene svolta mediante auscultazione sonica di impulsi sequenziali emessi e ricevuti su una maglia a geometria fissa ed analizzati nel dominio delle frequenze.

Le valutazioni sull'eventuale difettosità delle aree sono espresse in base alla conoscenza della tipologia costruttiva dei solai, poiché ogni tipologia reagisce con risposte differenti nel campo delle vibrazioni.

3.1.5 Caratteristiche del metodo

Il metodo presenta delle caratteristiche vantaggiose che ne consentono l'uso in qualsiasi situazione con la certezza dei risultati.

- Rapidità di indagine;
- Alta risoluzione.

3.2 Analisi termografica

Prima di effettuare le indagini atte alla valutazione dello stato dei solai viene compiuta un'osservazione generale dei soffitti utilizzando una termocamera ad infrarossi che consente di individuare anomalie nella formazione dei solai.

Ciò può avvenire grazie alla sensibilità di misurazione che permette di localizzare le zone in cui sono presenti delle differenze di temperatura.

3.2.1 Caratteristiche del metodo

Lo scopo principale della termografia è quello di individuare errori e difetti nelle strutture dei solai e nella determinazione della loro natura ed estensione.

Generalmente viene utilizzata per studiare le variazioni di temperatura sulle superfici di una struttura.

Le variazioni nella resistenza termica possono, in determinate condizioni, determinare variazioni di temperatura sulla superficie.

La termocamera permette di misurare e rappresentare la radiazione infrarossa emessa da un oggetto.

La radiazione, quale funzione della temperatura della superficie di un oggetto, emessa dallo strumento permette di calcolare e visualizzare tale temperatura.

La radiazione rilevata dalla termocamera non dipende solo dalla temperatura dell'oggetto, ma è anche una funzione dell'emissività.

13

L'emissività è una misura che si riferisce alla quantità di radiazione termica emessa dall'oggetto, comparata a quella emessa dal perfetto corpo nero.

L'emissività della maggior parte dei materiali da costruzione ha valori compresi tra 0,85 e 0,90.

Le immagini termiche visibili con la termocamera ad infrarossi sono realizzate in modo da minimizzare il più possibile l'interferenza di fattori climatici esterni; di conseguenza risulta particolarmente importante impostare e bilanciare correttamente la temperatura ambiente.

3.2.2 Indicazioni ricavate

L'osservazione dei plafoni compiuta con l'ausilio della termocamera ad infrarossi, ha permesso di individuare lo scheletro strutturale e l'orditura dei solai.

Tali informazioni consentono di determinare le posizioni in cui procedere successivamente con l'analisi costruttiva ed ottimizzare il numero di demolizioni da eseguire.

Le verifiche svolte all'interno dell'edificio hanno evidenziato la presenza di una sola tipologia di solaio.

La tipologia è caratterizzata da una struttura portante in c.a. gettata in opera entro file di pignatte di alleggerimento, come desumibile dall'irregolarità dei contorni che definiscono i travetti.

Nel capitolo seguente verranno descritte più in dettaglio le caratteristiche costruttive dei solai individuati preliminarmente mediante termocamera sensibile alla radiazione infrarossa.



3.3 Analisi costruttiva

L'osservazione compiuta mediante le indagini appena descritte, oltre all'analisi della documentazione di letteratura disponibile, ha permesso di raggiungere una comprensione globale delle caratteristiche e dell'orditura dei solai.

Tutti gli impalcati del fabbricato sono realizzati secondo le descrizioni riportate di seguito.

Leggere varianti potrebbero essere legate all'altezza e alla geometria degli alleggerimenti, al quantitativo di armatura in relazione alle luci coperte dai solai ed allo spessore della finitura che difficilmente è costante sull'intera superficie.

3.3.1 Identificazione dei solai

La tipologia di solaio rilevata corrisponde al classico solaio latero-cementizio, classificabile come struttura mista ottenuta dall'assemblaggio di cemento armato, con funzione prevalentemente resistente, e laterizi aventi funzione prevalentemente di alleggerimento.

Esso viene realizzato poggiando i laterizi (pignatte) su un assito in legno (smontato al raggiungimento della maturazione del calcestruzzo) a un interasse tale da consentire la realizzazione dei travetti mediante il posizionamento delle barre di armatura ed il successivo getto di calcestruzzo.

Di seguito si riportano le sezioni del solaio.

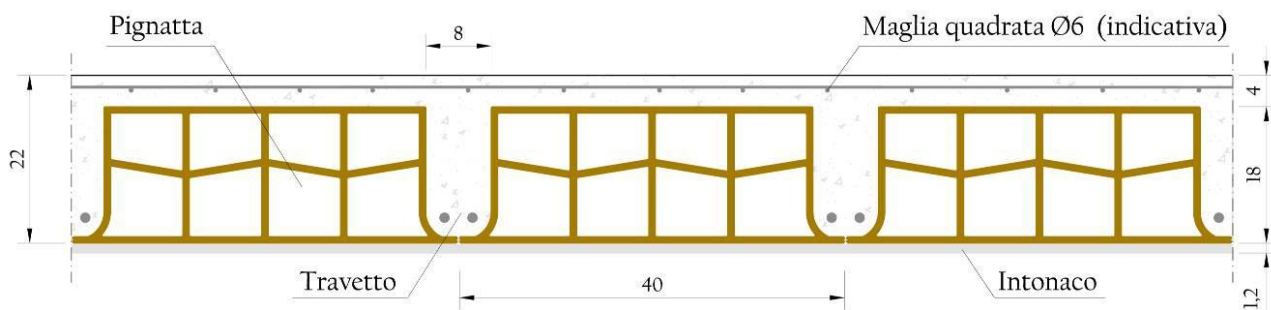


Figura 6: Dettaglio del solaio latero-cementizio con pignatte

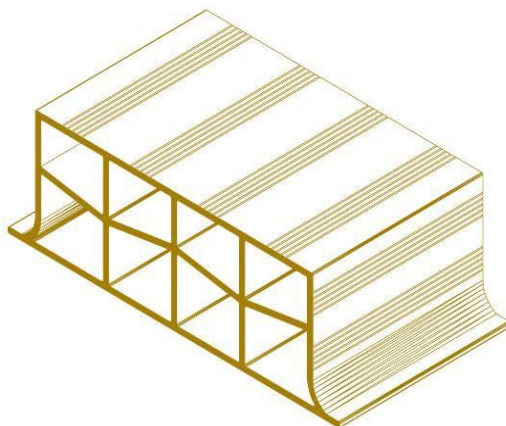


Figura 7: Vista tridimensionale di un tipico elemento di alleggerimento

I travetti portanti, che hanno una larghezza di circa 8 cm, si formano in seguito al getto di calcestruzzo tra due file di pignatte adiacenti, ove è stata preventivamente posata l'armatura longitudinale.

L'altezza degli impalcati è così riassunta:

solai: $h = 20+5$ cm, $i = 50$ cm, $b = 8$ cm, ripartitori $\varnothing 6$ |50";

Ciascun elemento di alleggerimento ha delle ali laterali che permettono la formazione del travetto in c.a. e i setti interni ed esterni della pignatta hanno uno spessore conforme a quanto prescritto dalle normative vigenti.

15

Non presentano anomalie realizzative rilevanti (setti ricurvi, difetti di cottura del laterizio, ecc.).

Lo strato di finitura ad intonaco che completa l'intradosso del solaio ha uno spessore medio di 1,20 cm.

3.4 Risultati delle analisi

L'insieme delle informazioni ottenute durante l'indagine ci permette di riassumere i risultati ottenuti con le diverse analisi.

3.4.1 Infiltrazioni di acqua

A seguito dell'analisi visiva e dell'indagine termografica, sono state individuate e valutate le infiltrazioni di umidità nell'edificio.

La presenza di sacche d'aria tra lo strato di intonaco ed il supporto in laterizio ha permesso l'osservazione diretta delle zone col peggiore grado di aderenza dell'intonaco.

La capacità di fornire un'immagine fisica dei percorsi di diffusione dell'umidità offre informazioni più sicure rispetto all'extrapolazione dei dati di umidità rilevate da sonde e comporta tempi inferiori.

Le infiltrazioni ed i vuoti d'aria, attraverso la struttura, influiscono anche sulle variazioni di temperatura della superficie.

Ciò significa che i difetti di isolamento presenti nelle componenti strutturali che racchiudono l'edificio possono essere localizzati e ispezionati.

A causa della sua maggiore capacità termica, la parte umida tratterrà il calore più a lungo di quella asciutta e sarà visibile nelle immagini termiche; inoltre il materiale da costruzione interessato dall'umidità ha una massa termica più elevata e la sua temperatura diminuisce più lentamente rispetto alle aree circostanti a causa dell'effetto capacitivo conduttivo e termico.

Alcuni locali dell'edificio sono interessati da manifestazioni di degrado quali esfoliazione della pellicola pittorica, efflorescenze, macchie, ecc., provocate da infiltrazioni d'acqua (difettosità nel manto di copertura, perdite di carico degli impianti idrici, ecc..).

In planimetria, con una campitura incrociata azzurra, sono state indicate tutte le porzioni di solaio interessate dalle sopra ricordate manifestazioni di degrado.

Le zone interessate da un fenomeno **“attivo”** (al momento dell'indagine), e quindi **in pessimo stato di conservazione**, in cui cioè persiste la presenza d'acqua all'interno del solaio, sono localizzate nei seguenti locali:

- Piano Seminterrato: Bagni di servizio;
- Piano Terra: Corridoio centrale, Videoteca, Biblioteca, Sala informatica, Sala Professori, Locali di segreteria. Archivio di segreteria;
- Piano Primo: Corridoio a servizio dell'aula speciale lato ovest, Bagni Maschi lato ovest (**vedasi Tav. 08**).



Figura 8: Dettaglio infiltrazioni videoteca piano terra



Figura 9: Dettaglio infiltrazioni all'angolo della trave nell'aula informatica al piano terra

3.4.2 Intonaci

Lo spessore della finitura ad intonaco che riveste i solai rinvenuti all'interno della scuola varia in funzione della tipologia d'impalcato (medio 1,20 cm).

Strati di finitura particolarmente consistenti possono, con il loro peso proprio favorire il distacco dello stesso dal supporto.

L'eccessivo spessore della finitura unitamente alla presenza di diverse zone valutate **in pessimo stato di conservazione**, suggeriscono di procedere con un intervento di messa in sicurezza a contenimento del distacco dello strato d'intonaco da estendere all'intero locale.

La battitura degli impalcati ha evidenziato che sono limitate le porzioni d'intonaco che presentano problemi di aderenza al sottofondo (**vedasi Tav. 07**).

Pur rilevando alcune anomalie termiche indicative della presenza di limitate delaminazioni, si è riscontrata una **media** condizione generale degli intonaci, nonostante mostrino dall'esame a vista leggeri quadri fessurativi.

Nelle porzioni in cui si sono rilevate le infiltrazioni d'acqua, le stesse hanno causato ingenti danni alle finiture intonacate (**vedasi Tav. 06**).

In particolare, si è rilevato che:

1. al livello del piano seminterrato non sono state rilevate fessurazioni significative. Lo stato di conservazione degli intonaci, data la natura dell'edificio è stato classificato come **buono**.

2. al livello del piano terra/rialzato, sono state rilevate fessurazioni superficiali solo nel corridoio a servizio delle aule del lato sud, mentre gli intonaci a bucciato presenti nelle aule didattiche presentano un degrado areale più esteso (**vedasi Tav. 05**). Inoltre, rispetto agli altri due piani, sono presenti numerosi fenomeni di infiltrazioni d'acqua, specialmente nei locali di tutta la fascia nord della scuola (corridoio centrale, Videoteca, Biblioteca, Sala informatica, Sala Professori, Locali di segreteria. Archivio di segreteria), in quanto l'estradosso della fascia di solaio interessata è una copertura a terrazza non praticabile. È molto plausibile che le numerose infiltrazioni siano causate da una cattiva impermeabilizzazione del manto di copertura. Lo stato di conservazione degli intonaci è stato classificato in questo caso come **pessimo**.
3. al livello del piano primo, non sono state rilevate fessurazioni significative, mentre gli intonaci a bucciato presenti nelle aule didattiche presentano un degrado areale più esteso (**vedasi Tav. 05**). Infiltrazioni d'acqua significative sono state rilevate nel corridoio e nei bagni dei maschi sul lato ovest. Lo stato di conservazione degli intonaci è stato classificato in questo caso come **medio**.
4. è evidente che in prossimità di fessurazioni e distacchi provocati da infiltrazioni, lo stato di conservazione è stato classificato come **pessimo**.

È necessario prestare particolare attenzione a tutte le zone indicate in planimetria (**vedasi Tav. 06**), che presentano degrado ad uno stadio **pessimo** e che in futuro potrebbero essere soggette ad un peggioramento della loro condizione.

18

Fatta questa analisi, si rappresenta quindi che l'intera struttura non presenta nessun tipo di problema a livello statico al livello dei solai, fatto salvo quanto evidenziato dall'Ing. Natale Calvaresi nella valutazione la vulnerabilità sismica dell'edificio ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008.

3.4.3 Sfondellamento

L'indagine svolta mediante battitura manuale e indagine sonica dei soffitti ha permesso l'identificazione, e di conseguenza la graficizzazione di tutte le porzioni di solaio che, al momento della sollecitazione, hanno risposto con l'emissione di un suono vuoto.

Come si può dedurre dalle mappature allegate, diversi ambienti dell'edificio sono interessati da fenomeni di sfondellamento che interessano estensioni differenti.

Va precisato che in base alle analisi compiute e confrontate con le analisi effettuate mediante strumento sonico è stato possibile classificare le situazioni di danneggiamento secondo tre diversi livelli.

Partendo dalla situazione considerata **normale**, cioè che non presenta alcun fenomeno fessurativo, si arriva a situazioni **scadenti**, passando da uno stato **mediocre**, in cui il fenomeno è in evoluzione, ma non presenta la precarietà di un probabile distacco.

Lo strumento sonico, attraverso l'analisi delle risposte alle battute, è in grado di percepire la differenza di situazione e di indicare le difettosità puntuali o diffuse.



Come scadenti si indicano le risposte che segnalano la sicura rottura con possibile (non imminente) distacco di intonaco e/o laterizio.

In base a queste distinzioni sono state elaborate delle retinature che indicano nei diversi locali lo stato degli intradossi dei solai.

Nelle mappature, per le zone indicate come scadenti e mediocri, sarà espressamente indicata la dicitura legata al fenomeno individuato, ed in particolare se si è in presenza di distacco dello strato intonacato o di sfondellamento inteso in senso classico e perciò caratterizzato dalla rottura dei laterizi di alleggerimento.

Per le situazioni più scadenti è necessario procedere con un adeguato intervento di bonifica atto a ripristinare le normali condizioni di salute dell'impalcato.

I laterizi classificati ad oggi in condizioni mediocri non necessitano di alcun intervento di bonifica, ma di un intervento manutentivo, è opportuno però operare un monitoraggio nel corso degli anni su tutta la superficie indagata, ponendo particolare attenzione proprio alle aree evidenziate.

Non sono stati rilevati, tuttavia, considerevoli distacchi di intonaco, pertanto si può affermare che il fenomeno di sfondellamento attualmente in corso è classificabile **allo stato iniziale**.

4 OBIETTIVO DELL'INTERVENTO E PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La tipologia di intervento ricade secondo il DPR n. 380/2001 art.3 lett. a) come: *“interventi di manutenzione ordinaria”: gli interventi edilizi che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti.*

La strategia di intervento ha il fine di:

- ✓ **garantire la sicurezza dell'edificio scolastico e prevenire fenomeni di crollo dei relativi solai e controsoffitti tramite presidi “antisfondellamento”.**

Per l'esecuzione dei lavori, in linea generale la principale normativa di riferimento è la seguente:

- **D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50** (Nuovo Codice Appalti);
- **Legge 25 febbraio 2016, n. 21** recante “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2015, n. 210: Proroga di termini previsti da disposizioni legislative (milleproproghe)”;
- **D.P.R. n. 207 del 2010**: decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici;
- **Capitolato generale d'appalto** (decreto ministeriale - lavori pubblici - 19 aprile 2000, n. 145);
- **Decreto n. 81 del 2008** (decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro);
- **Decreto Ministeriale 24/04/2014**, Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Individuazione delle categorie di lavorazioni che richiedono l'esecuzione da parte di operatori economici in possesso di specifica qualificazione, ai sensi dell'articolo 12 del decreto-legge 28 marzo 2014, n. 47;
- **Legge 16 maggio 2014, n. 78** recante “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 20 marzo 2014, n. 34, pubblicata sulla Gazzetta ufficiale n. 114 del 20 maggio 2014 (Disposizioni urgenti per favorire dell'occupazione e per la semplificazione degli adempimenti a carico delle imprese);
- **L. n. 241/1990**;
- **D.P.R. n. 380/2001**;
- **Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018** “nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- **Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975** “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”.

5 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INTERVENTO

La strategia di intervento tiene in considerazione specifici fattori quali:

- ✓ stato di conservazione del fabbricato;
- ✓ rapporto costi-benefici.

L'intervento consisterà nell'esecuzione dei seguenti interventi specifici:

1. Smontaggio di tutte le plafoniere in ogni aula e/o altro ambiente come evidenziato in planimetria e accantonamento in apposita area di cantiere predisposta per la conservazione del materiale smontato;
2. Demolizione di intonaco ove fessurato e di eventuali rivestimenti acustici fino a portare a vivo travetto+pignatta;
3. Ispezione visiva e battitura manuale dei fondelli al fine di rimuovere eventuali parti o porzioni degli stessi ammalorati e/o già deteriorati e prossimi a distacco;
4. Fornitura e posa in opera di controsoffitto antisfondellamento;
5. Rimontaggio di tutte le plafoniere in ogni aula e/o altro ambiente.

6 DATI DIMENSIONALI E QUANTITATIVI DELL'INTERVENTO

I principali dati dimensionali e quantitativi delle lavorazioni omogenee previste per realizzare i lavori oggetto d'appalto sono appresso riassunti:

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità
LAVORI A CORPO		
1 02.01.007*	TRASPORTO A DISCARICA O SITO AUTORIZZATO FINO AD UNA DISTANZA DI 15 km. Trasporto a discarica o sito autorizzato fino ad una distanza di 15 km., misurato per il solo viaggio di and ... l pieno funzionamento del mezzo di trasporto. Sono da computarsi a parte gli oneri di smaltimento in pubblica discarica. SOMMANO m ³	53,60
2 02.03.011*.002	Demolizione di pavimenti e rivestimenti. Demolizione di pavimenti e rivestimenti murali, interni ed esterni. E' esclusa la preparazione per l'eventuale ripavimentazione e rivestime ... uanto altro occorre per dare il lavoro finito. Pavimento e rivestimento in moquettes, o polivinile o prealino incollato. SOMMANO m ²	336,00
3 02.05.016*	Protezione di superfici o arredi. Fornitura e posa in opera di teli in p.v.c. o nylon pesanti a protezione di superfici e/o arredi compreso ogni onere e magistero per il fissaggio. Sono escluse eventuali carpenterie in legno. SOMMANO m ²	40,00
4 15.08.001*.001	Posa in opera di plafoniera di qualsiasi tipo fornita dall'Amministrazione. Posa in opera di plafoniera di qualsiasi tipo, fornita dall'Amministrazione, compreso l'allaccio ed il c ... ico al punto luce. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Posta ad una altezza fino a m 3,50. SOMMANO cad	375,00
5 26.01.04.05	Tabella lavori, fondo giallo (in osservanza del Regolamento di attuazione del Codice della strada, fig II 382) da apporre in cantieri di durata superiore ai sette giorni di dimensioni 200x150 cm, in lamiera di acciaio spessore 10/10 mm a rifrangenza classe I. Costo d'uso mensile SOMMANO cad	2,00
6 26.01.04.22.001	Cartello di pericolo (avvertimento) in alluminio posato a parete. Costo d'uso mensile Triangolare lato mm 140 SOMMANO cad	10,00
7 26.01.04.23.006	Cartello di divieto in alluminio, posato a parete. Costo d'uso mensile Rettangolare mm 500x700 SOMMANO cad	5,00
8 arrotondamento	arrotondamento SOMMANO a corpo	1,00
9 PA.01	Smontaggio di plafoniera di qualsiasi tipo, incluso ogni onere e magistero per dare compiuta l'attività o la lavorazione. Posta ad una altezza fino a m 3,50. SOMMANO cad	375,00
10 PA.02	Compenso al conferimento a discarica autorizzata per materiali rifiuto, e incluso l'onere per il conferimento, la certificazione secondo codici CER del rifiuto conferito, incluso ogni onere e magistero per dare compiuta l'attività o la lavorazione. SOMMANO m ³	59,53
11 PA.03	Trabattello mobile prefabbricato in tubolare di lega, completo di piani di lavoro, botole e scale di accesso ai piani, protezioni e quanto altro previsto dalle norme vigenti, compr ... gli oneri di montaggio, smontaggio e ritiro a fine lavori, valutato per ogni mese di utilizzo: per altezze fino a 3,6 m.	

Relazione generale e tecnico/illustrativa – Cronoprogramma*Manutenzione straordinaria istituto scolastico Carlo Allegretti*

Num.Ord. TARIFFA	INDICAZIONE DEI LAVORI E DELLE SOMMINISTRAZIONI	Quantità
12 PA.04	Spicconatura e demolizione controllata di intonaco a vivo di solaio o soletta, di spessore fino a 5 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle sup ... ne ed il trasporto a discarica con i relativi oneri. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. <div>SOMMANO cad</div>	6,00
13 PA.05	F.p.O. di controsoffitto antisfondellamento in aderenza al soffitto (37 mm) tipo Gypsotech "Modus CF 48-15/37", Lastra (Tipo DFI secondo EN 520) a coesione del nucleo di gesso migl ... cnica del produttore e comunque mai superiore a 60 cm; E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. <div>SOMMANO m²</div>	400,00 2'417,00



7 ELENCO ELABORATI

NOME FILE		
	DOCUMENTAZIONE TECNICA AMMINISTRATIVA	SCALA
R00	Elenco elaborati	
R01	Relazione generale e tecnico-illustrativa - Cronoprogramma	
R02	Computo metrico estimativo - Incidenza sicurezza - Incidenza manodopera	
R03	Elenco prezzi unitari e analisi prezzi aggiunti	
R04	Capitolato speciale d'appalto e schema di contratto - conformità del progetto ai CAM art. 34 D.Lgs. 50/2016	
R05	Piano di sicurezza e di coordinamento/Fascicolo	
R06	Piano di manutenzione	
R07	Quadro economico dell'opera	
	ELABORATI GRAFICI	
Tav.01	Inquadramento urbanistico-territoriale - Regime vincolistico	varie
Tav.02	Stato di fatto: Rilievo geometrico - Planimetrie e Sezioni	1:100
Tav.03	Stato di fatto: Rilievo elementi ancorati	1:100
Tav.04	Stato di fatto: Rilievo tipologie di rivestimento dei soffitti	1:100
Tav.05	Stato di fatto: Quadro fessurativo	1:100
Tav.06	Stato di fatto: Infiltrazioni	1:100
Tav.07	Stato di fatto: Indagine battitura manuale	1:100
Tav.08	Stato di fatto: Indagine termografica	1:100
Tav.09	Stato di fatto: Destinazioni d'uso	1:100
Tav.10	Progetto Architettonico: Individuazione degli interventi - Planimetrie e Sezioni	1:100
Tav.11	Progetto Architettonico: Particolari interventi - Planimetrie e Sezioni	1:50

8 QUADRO ECONOMICO

OGGETTO	Importo parziale	TOTALE
	€	€
Importo totale netto dei lavori a base d'asta (a corpo)	80.210,67	
Importo oneri della sicurezza diretti e indiretti non soggetti a ribasso d'asta	1.789,33	
Importo dei lavori a base d'appalto (a corpo)	82.000,00	
<i>Sommano importo totale dei lavori</i>		82.000,00
Spese tecniche generali:		
Progettazione, DL e contabilizzazione, Coord.to sicurezza, altri onorari	11.000,00	
CNPAIA 4% su spese tecniche	440,00	
<i>Sommano</i>	11.440,00	11.440,00
Incentivo art. 113 D.Lgs 50/16 - 2% importo lavori	1.640,00	
Contributo SUA+ANAC	440,00	
Lavori in economia e rimborsi previa fattura (IVA compresa)	2.253,68	
<i>Sommano</i>	4.333,68	4.333,68
I.V.A. 10% sui lavori	8.200,00	
I.V.A. 22% su spese tecniche	2.516,80	
<i>Sommano</i>	10.716,80	10.716,80
<i>Sommano per somme a disposizione</i>		26.490,48
IMPORTO COMPLESSIVO INTERVENTO		108.490,48

9 CRONOPROGRAMMA

Gli interventi proposti verranno realizzati entro 60 gg solari consecutivi.



Esecuzione indagini diagnostiche su elementi strutturali dei solai della scuola media “Carlo Allegretti” CRONOPROGRAMMA

