



**Cremona**

COMUNE DI CREMONA  
Settore Programmazione  
Progettazione, Manutenzione,  
Mobilità sostenibile, Protezione civile



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



**FINANZIAMENTO DELL'UNIONE EUROPEA – NEXTGENERATIONEU  
PNRR - M5C2-I2.1 - DNSH REGIME 2**

**BANDO PER L'ASSEGNAZIONE DI CONTRIBUTI PER INVESTIMENTI IN PROGETTI DI RIGENERAZIONE  
URBANA VOLTI ALLA RIDUZIONE DI FENOMENI DI MARGINALIZZAZIONE E DEGRADO SOCIALE –  
DPCM 21/01/2021**

***INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA  
DELLA SCUOLA PRIMARIA QUARTIERE BOSCHETTO***

**CUP D15F21000460001 - CAT: OG2 - ID Opere: E.22, S.04, IA.03**



**Documento di indirizzo alla progettazione**

Il Direttore del Settore  
(arch. Giovanni Donadio)

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'ART. 21 DEL Dlgs 82/2005 e s.m.i.

**Settore Programmazione, Progettazione,  
Manutenzione, Mobilità sostenibile, Protezione  
Civile**

via G. Aselli, 13/A - 26100 Cremona  
C.F. / P.IVA 00297960197  
PEC protocollo@comunedicremona.legalmail.it  
www.comune.cremona.it

*Direttore del Settore:* arch. Giovanni Donadio  
0372 407619 dirigente.donadio@comune.cremona.it

*Referente per la pratica:*  
arch. Simona Mella  
☎ 0372 407576 ✉ simona.mella@comune.cremona.it  
arch. Maura Elsa Ziglioli  
☎ 0372 407641 ✉ maura.ziglioli@comune.cremona.it  
Prot. prec.



## Cremona

COMUNE DI CREMONA

Settore Programmazione  
Progettazione, Manutenzione,  
Mobilità sostenibile, Protezione civile



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



### 1 - PREMESSA

Il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 21 gennaio 2021 ha previsto l'assegnazione ai comuni di contributi per investimenti in progetti di rigenerazione urbana, volti alla riduzione di fenomeni di marginalizzazione e degrado sociale. **Il bando è finanziato con il PNRR.**

Il Comune di Cremona ha partecipato al bando ed ha presentato la propria proposta entro i termini previsti dal bando. Con Decreto del 04/04/2022 è stato approvato lo scorrimento della graduatoria dei progetti ammissibili e il Comune di Cremona risulta beneficiario del contributo.

I contributi sono concessi per singole opere pubbliche o insiemi coordinati di interventi pubblici, volti a ridurre i fenomeni di marginalizzazione, degrado sociale e a migliorare la qualità del decoro urbano e del tessuto sociale e ambientale.

A seguito dei finanziamenti ottenuti, è necessario procedere all'affidamento degli incarichi per la progettazione e direzione lavori, esecuzione dei lavori dell'intervento di adeguamento sismico della scuola elementare Boschetto nel quartiere Boschetto del Comune di Cremona.

L'importo dell'intervento è pari ad € 964.000,00 di cui € 914.000,00 per lavori ed € 50.000,00 per oneri della sicurezza, per un totale del quadro economico di € 1.480.000,00.

Gli obiettivi principali dell'intervento sull'edificio dichiarati nel bando sono:

- miglioramento/adeguamento sismico in ottemperanza della OPCM 3274/2003 e con il rispetto delle Norme tecniche per le Costruzioni DM 17/01/2018 e della Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 7 del 21/01/2019;
- miglioramento energetico;
- riqualificazione del piano interrato e del 2° piano;
- restauro e risanamento conservativo delle facciate, intervento indispensabile per il miglioramento della qualità del decoro urbano.

L'edificio è sottoposto alla tutela di cui al D.lgs. 42/2004.

### 2 - INDICAZIONI DI NATURA PROCEDURALE

La programmazione dell'intervento è articolata in diversi momenti procedurali.

Il primo momento è quello relativo all'espletamento della progettazione dell'intervento. A seguito della complessità delle prestazioni da assolvere, alle tempistiche previste dal bando e dal PNRR, previa verifica di carenza di personale anche specialistico all'interno della struttura, i servizi di progettazione e di coordinatore della sicurezza in fase di progettazione (C.S.P.) verranno affidati ad operatore economico individuato a mezzo di affidamento diretto.

La progettazione dovrà essere espletata sviluppando i seguenti livelli di progettazione:

**Settore Programmazione, Progettazione,  
Manutenzione, Mobilità sostenibile, Protezione  
Civile**

via G. Aselli, 13/A - 26100 Cremona  
C.F. / P.IVA 00297960197  
PEC protocollo@comunedicremona.legalmail.it  
www.comune.cremona.it

*Direttore del Settore:* arch. Giovanni Donadio  
0372 407619 dirigente.donadio@comune.cremona.it

*Referente per la pratica:*  
arch. Simona Mella  
☎ 0372 407576 ✉ simona.mella@comune.cremona.it  
arch. Maura Elsa Ziglioli  
☎ 0372 407641 ✉ maura.ziglioli@comune.cremona.it  
Prot. prec.

- progetto di fattibilità tecnico ed economica;
- progetto definitivo;
- progetto esecutivo.

Poiché l'edificio è soggetto alla tutela di cui al D.lgs. 42/2004 e vista la complessità degli obiettivi contemplati nell'intervento, il progetto dovrà essere affidato ad un architetto che dovrà anche avvalersi, per le discipline specialistiche, di professionisti iscritti ai rispettivi albi professionali e di adeguata esperienza.

L'edificio ospita la scuola primaria ed è provvista di C.P.I. pertanto in sede di progettazione sarà necessario rispettare la normativa di prevenzione incendi.

Verranno affidati anche i servizi per il rilievo dell'edificio e degli impianti esistenti, l'esecuzione delle indagini geologiche, materiche e conoscitive sulla stato dei luoghi e delle strutture.

In sede di svolgimento del servizio il RUP, ai sensi del comma 4 art. 23 del D.Lgs. n. 50/2016, potrà chiedere l'omissione di uno o più livelli di progettazione, purché il livello successivo contenga tutti gli elementi previsti per il livello omesso, salvaguardando la qualità della progettazione. In tal caso verrà richiesta comunque una consegna intermedia del progetto avente tutti i contenuti del progetto definitivo necessari per la richiesta di nulla-osta e permessi.

Tutti i livelli di progettazione, prima dell'approvazione da parte dell'ente, dovranno essere verificati ai sensi dell'art. 26 del Codice Contratti (D.Lgs. 56 del 2016).

Il livello di progettazione che verrà posto a base di gara per l'affidamento dei lavori dovrà essere validato ed approvato ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/2016 e del comma 2 dell'art. 48 del D.L. n° 77 del 31/05/2021 (PNRR) e s.m.i.

Per poter esperire la verifica dei progetti, a seguito della complessità delle prestazioni, delle tempistiche previste dal bando e dal PNRR, previa verifica di carenza di personale anche specialistico all'interno della struttura, l'attività di verifica verrà affidata ad operatore economico a mezzo di affidamento diretto previo, accertamento della qualificazione dell'operatore per l'espletamento della verifica ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/2016.

Il secondo momento si riferisce invece allo svolgimento della gara per l'aggiudicazione dei lavori di RIQUALIFICAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELLA SCUOLA PRIMARIA BOSCHETTO: l'operatore economico verrà individuato a mezzo di procedura negoziata ai sensi dell'art. 1 comma 2 del D.L. n. 76/2020 convertito in Legge n. 120/2020 con il criterio di aggiudicazione dell'offerta economicamente più vantaggiosa ai sensi dell'art. 95 del D.Lgs. n. 50/2016.

Il servizio di Direzione Lavori e di coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione dei lavori verrà svolto all'interno.

Verranno affidati ad operatori economici specializzati ed abilitati, i servizi di collaudo tecnico amministrativo, il collaudo statico in corso d'opera delle strutture e di certificatore energetico.

### **3 - STATO DI FATTO**

L'edificio oggetto di intervento, accatastato al foglio 7 mappale 158 (allegato 1), ospita la scuola primaria Boschetto e si trova nell'omonima frazione "Boschetto", quartiere che dista circa 3 km dalla città di Cremona e forma un aggregato suburbano di antiche origini.

*Il quartiere*

E' collegato al capoluogo da un unico asse viario lungo il quale si sviluppa il nucleo principale di abitazioni ed attività commerciali. A partire da tale asse si sviluppano i servizi fulcro della comunità quali la scuola primaria, la palestra con il centro civico, il parco Verdello, la Chiesa Parrocchiale con l'annesso oratorio e la scuola per l'Infanzia.

L'Amministrazione Comunale si è posta l'obiettivo di ridurre fenomeni di marginalizzazione attraverso il miglioramento della qualità della vita del quartiere, a tale scopo ha candidato alcuni interventi in grado di garantire servizi di qualità alla comunità residente. In particolare ha investito nella manutenzione straordinaria del parco Verdello con la realizzazione di un attraversamento ciclo-pedonale, ha candidato e ottenuto il finanziamento pari ad € 207.000,00 previsto dal bando regionale (approvato con D.d.u.o. 7 gennaio 2021 n. 29) per l'intervento di rimozione dell'amianto presente sulla copertura della palestra e annesso centro civico.

In tale prospettiva l'Ente ha candidato al bando DPCM 21/01/2021, oltre alla scuola primaria, anche altri due importanti interventi sul quartiere, ovvero la realizzazione della pista ciclabile per favorire la mobilità sostenibile dei residenti e la riqualificazione, messa in sicurezza e rifunzionalizzazione del Centro Civico del quartiere per consentire ai cittadini residenti di disporre di un luogo adeguato alla partecipazione alla vita pubblica.

Prendendo in esame in particolare l'intervento sulla scuola primaria, pare necessario sottolineare qualche aspetto.

#### *L'edificio oggetto di intervento*

La scuola è stata progettata e realizzata dall'arch. Aldo Ranzi, dipendente comunale, e rappresenta un importante esempio di edilizia scolastica pubblica dell'intero territorio cremonese degli anni '20 del Novecento.

Il fabbricato si sviluppa su 3 piani fuori terra oltre ad un piano interrato. Il piano terra ed il 1° piano ospitano la scuola, al secondo piano si trova l'ex alloggio del custode che al momento risulta inagibile, mentre anche il piano interrato necessita di interventi di manutenzione.

I bambini che utilizzano la scuola sono attualmente circa 120.

#### 4 - INDIRIZZO PROGETTUALE

##### *Stato di fatto*

Stante la finalità dell'intervento di cui trattasi, dovrà essere redatto un rilievo preposto per individuare tutte le parti strutturali, architettoniche e di finitura necessarie per l'analisi del manufatto e per ottenere i nulla-osta da parte della Soprintendenza.

Nei tempi disposti dal bando e dalla normativa, dovranno essere effettuate indagini conoscitive sul manufatto.

Lo scopo dello studio sul manufatto è definire ed individuare lo stato e le cause che hanno generato il degrado.

La scuola primaria Boschetto insediata nell'edificio oggetto di intervento è provvista di C.P.I. in corso di validità e con scadenza 7 ottobre 2025, pertanto il progetto e l'esecuzione delle opere dovranno comunque rispettare la normativa antincendio.

Recentemente l'edificio è stato oggetto di indagine di vulnerabilità dei plafoni dei solai e pertanto sono state eseguite delle opere finalizzate alla messa in sicurezza delle situazioni più critiche.

Nel 2016 sono stati collaudati gli impalcati e le travi dell'edificio.

### *Progetto architettonico*

In relazione ai risultati degli studi effettuati, il progetto dovrà proporre soluzioni progettuali necessarie per migliorare sismicamente l'edificio e dal punto di vista energetico ed architettonico e, in relazione alle risorse disponibili, proporre eventuali soluzioni di miglioramento dello stato attuale.

L'impianto elettrico verrà interessato in funzione degli interventi di efficientamento energetico luci, architettonici e strutturali da eseguire; inoltre dovrà essere valutato l'impianto esistente al fine di ottenere le certificazioni necessarie alle funzioni ospitate nell'edificio.

Il progetto dovrà valutare anche l'idoneità delle scale di emergenza.

Il progetto delle strutture dovrà essere concordato con il RUP al fine di concordare la tipologia di intervento considerando che l'edificio è soggetto alle disposizioni di tutela previste dal D. lgs 42/2004 e s.m.i.

Le opere architettoniche dovranno riqualificare i servizi igienici ai piani e i serramenti, la copertura, le facciate, l'alloggio dell'ex custode posto al 2° piano; inoltre si dovrà intervenire sulla recinzione esterna, riqualificare il giardino e posare dispositivi idonei per l'allontanamento dei volatili. In relazione alle risorse disponibili verranno valutate soluzioni di efficientamento energetico dando la precedenza ai serramenti ed all'ultimo impalcato.

#### 4.1 - Regole e norme tecniche da rispettare

La normativa principale di riferimento è la seguente:

- D.Lgs. n. 50/2016 e successive modifiche ed integrazioni, DPR 207/2010, linee guida ANAC;
- D.P.R. n. 380/2001 (testo unico dell'edilizia);
- D. lgs 42/2004 e s.m.i.;
- D.M. n. 256 del 23 giugno 2022 (Criteri Ambientali Minimi) e s.m.i.;
- OPCM 3274/2003 e successive modifiche ed integrazioni;
- DM 17/01/2018 Norme tecniche per le costruzioni e successive modifiche ed integrazioni;
- Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti n. 7 del 21/01/2019 recante istruzioni per l'applicazione delle NTC di cui al DM 17/01/2018;
- Legge Regionale 33/2015 e ss.mm.ii;
- Legge 13/1989, D. M. 236/89 legge 104/1992, D.P.R. 503/1996 e successive modifiche ed integrazioni, L.R. Lombardia n. 6/1989 modificata con L.R. Lombardia n. 14/2020 e successive modifiche ed integrazioni (eliminazione barriere architettoniche);
- Ex Legge 10/1991 e s.m.i., D.Lgs. 192/2005, D.Lgs 311/2007, D.P.R. n. 59/2009 (edifici NZEB), D.L. 63/2013 poi modificata con L. 90/2013, DM 26/06/2015, D.Lgs. 48/2020;
- D.M. 26/08/1992, D.M. 7/08/2017 e successive modifiche ed integrazioni (norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica);
- D.Lgs. 192/2005, D.Lgs 311/2007, D.P.R. n. 59/2009, D.L. 63/2013 poi modificata con L. 90/2013, DM 26/06/2015, D.Lgs. 48/2020 (efficientamento energetico degli edifici) per quanto di competenza;
- legge 23/1996, dm 13/09/1977, DM 11.04.2013 Le linee guida del MIUR per la nuova architettura scolastica;
- Legge n. 46/1990 e successive modifiche ed integrazioni;

- D.M. 37/1998 e successive modifiche ed integrazioni;
- NORME CEI 64-50, Norma CEI 64-52 (progettazione impiantistica delle strutture scolastiche), tutta la normativa per i componenti elettrici ed elettronici, telefonici, wireless, dati, ecc. da impiegare nelle strutture scolastiche;
- Normativa per l'illuminotecnica con particolare riferimento agli edifici scolastici;
- D.Lgs. n. 81/2008 (Testo unico sicurezza);
- D.L. n° 77/2021 e s.m.i. (PNRR);
- Linee Guida Operative per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH - art. 17 del regolamento UE 2020/852);
- Normativa Comunale (PGT, regolamenti, ecc.);
- Normativa Provinciale (PTCP, regolamenti, ecc.);
- Regolamento d'igiene dell'Azienda Socio Sanitaria Territoriale di Cremona;
- Le norme UNI e ISO per la redazione dei progetti architettonici;
- La normativa per la progettazione con modellazione informativa BIM qualora diventi obbligatoria per la prestazione;
- Ulteriori norme e riferimenti tecnici applicabili.

Inoltre dovrà seguire la prassi tecnico-amministrativa adottata dagli uffici comunali.

Il Progettista dovrà eseguire tutti gli studi necessari per un'adeguata conoscenza del contesto in cui è inserita l'opera (analisi dei vincoli edilizi ed urbanistici), corredati da accertamenti ed indagini preliminari, dovrà proporre (qualora necessario) rilievi ed indagini volti a costituire la base conoscitiva per identificare lo stato di fatto.

Il Progettista, per le parti dell'edificio non ancora indagate, dovrà eseguire le prove di carico, di laboratorio, i rilievi, le indagini ed analisi statica e sismica, volti alla verifica dell'idoneità strutturale per gli interventi che saranno previsti in progetto. Tale prestazione, per la quale è fatto obbligo al professionista l'esecuzione, come previsto nello schema di parcella, potrà eventualmente essere affidata in subappalto come previsto dalla normativa vigente in materia. Il RUP, eventualmente, si riserva di affidare direttamente a operatore economico specializzato l'esecuzione delle indagini geologiche, geotecniche, idrauliche e idrologica; in tal caso il progettista dovrà solo interfacciarsi con il tecnico incaricato dall'ente.

Sarà onere esclusivo del progettista la ricerca di ogni documento presso gli archivi degli Enti utile alla ricostruzione del quadro conoscitivo degli impianti esistenti.

Le attività sopra esplicitate non sono da intendersi come discrezionali ma come rientranti all'interno della prestazione progettuale.

La campagna di indagini suddetta non potrà in nessun caso giustificare proroghe alla consegna del progetto, né dare seguito a richieste di costi aggiuntivi.

Nella formulazione dell'ipotesi progettuale di accantieramento, dovrà essere mostrata particolare attenzione all'impatto del cantiere sulle attività esistenti. Il Progettista deve prevedere e descrivere le soluzioni mirate a garantire il regolare svolgimento delle attività a contorno durante le fasi di cantiere (utenze attive, contenimento polveri, rumori e vibrazioni, accesso alle aree, viabilità di servizio, ecc.) anche con il ricorso ad adeguate planimetrie per lo studio della viabilità pedonale e carrai.

Il progetto dovrà proporre un cronoprogramma relativo alle attività ed ai tempi d'esecuzione conformi al bando ed al PNRR.

#### 4.2 - Tempi per la progettazione

Il Progettista dovrà consegnare la progettazione entro il tempo riportato nel Disciplinare e nella seguente tabella n. 1.

Per l'espletamento della progettazione, vengono prescritti i seguenti termini:

progetto di fattibilità tecnico ed economica	10 giorni naturali e consecutivi comprensivi dei tempi necessari per adeguare il progetto alle indicazioni del verificatore ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/2016
progetto definitivo e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione	20 giorni naturali e consecutivi comprensivi dei tempi necessari per adeguare il progetto alle indicazioni del verificatore ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/2016
progetto esecutivo e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione	20 giorni naturali e consecutivi comprensivi dei tempi necessari per adeguare il progetto alle indicazioni del verificatore ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs. n. 50/2016
TOTALE	50 giorni naturali e consecutivi

Relativamente ai termini sopra riportati, si specifica che non sono compresi i tempi necessari per l'acquisizione di pareri o autorizzazioni.

Il R.U.P. , ai sensi del comma 4, art. 23 del D.Lgs. n. 50/2016 e per ragioni legate alle scadenze cogenti del finanziamento e del PNRR, si riserva la facoltà di omettere il progetto di fattibilità tecnico ed economica che dovrà risultare comunque contenuto nei livelli di progettazione successivi; in tal caso la tempistica per la stesura del progetto definitivo sarà pari al totale dei giorni natura e consecutivi previsti per i livelli di progettazione condensati in un unica fase.

Eventualmente, il RUP si riserva di approvare solo il progetto esecutivo e pertanto chiedere per alcuni elaborati progettuali direttamente lo sviluppo esecutivo; in tal caso la tempistica per la stesura del progetto sarà pari all'importo complessivo dei giorni natura e consecutivi.

#### 4.3 - Verifica della progettazione

La progettazione sarà verificata secondo le disposizioni legislative e regolamentari vigenti alla data della relativa verifica, fermo restando che il RUP provvederà in ogni fase ad accertare i contenuti degli elaborati rispetto ai contenuti del presente DIP.

#### 5 - STIMA DEI COSTI E FONTI DI FINANZIAMENTO

L'importo dell'intervento è pari ad € 964.000,00 di cui € 914.000,00 per lavori ed € 50.000,00 per oneri della sicurezza, per un totale del quadro economico di € 1.480.000,00.

L'importo dei servizi di progettazione e direzione lavori è ipotizzato nella seguente tabella:

Tipologia lavori (DM 17/06/2016) Intervento su edifici esistenti vincolati	Importo lavori (IVA esclusa)	Identificazione opere
Progetto opere architettoniche coordinamento	€ 964.000,00 (compreso oneri sicurezza)	E22
Progetto opere architettoniche	€ 528.400,00 (escluso oneri sicurezza)	E22
Progetto strutture esistenti	€ 335.600,00 (escluso oneri sicurezza)	S.04
Progetto impianto elettrico	€ 50.000,00	IA.03
C.S.P.	€ 964.000,00 (compreso oneri sicurezza)	E22
Verificatore art. 26 del D.Lgs. 50/2016	€ 964.000,00 (compreso oneri sicurezza)	E22
Collaudo tecnico amministrativo	€ 964.000,00 (compreso oneri sicurezza)	E22
Collaudo statico in corso d'opera	€ 335.600,00 (escluso oneri sicurezza)	S.04
Certificatore energetico	€ 578.400,00	E22

A seguito delle valutazioni economiche delle prestazioni, la procedura di affidamento dei servizi sarà un affidamento diretto ai sensi del D.Lgs. n. 50/2016 e del PNRR.

#### 4.4 - Quadro economico

L'importo dell'intervento è pari ad € 964.000,00 di cui € 914.000,00 per lavori ed € 50.000,00 per oneri della sicurezza, per un totale del quadro economico di € 1.480.000,00 finanziato parte con fondi PNRR e parte con fondi propri.

L'importo dei servizi di progettazione e direzione lavori è ipotizzato nella seguente tabella:

<b>A – Lavori</b>					<b>€ 964.000,00</b>
A.1		lavori a corpo, a misura, parte a corpo e a misura			<b>€ 914.000,00</b>
A.2		oneri della sicurezza, non soggetti a ribasso d'asta			<b>€ 50.000,00</b>
<b>B – Somme a disposizione della stazione appaltante</b>					<b>€ 516.000,00</b>
B.1		per lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto, ivi inclusi i rimborsi previa fattura – IVA inclusa			<b>€ 0,00</b>
	1)	affidamento alla ditta – IVA nn% inclusa		<b>€ 0,00</b>	
B.2		per rilievi accertamenti e indagini – IVA inclusa			<b>€ 0,00</b>
B.3		per allacciamenti ai pubblici servizi – IVA inclusa			<b>€ 0,00</b>
B.4		per imprevisti – IVA inclusa			<b>€ 70.000,00</b>
	1)	Imprevisti			
	2)	Premio di accelerazione			
B.5		per revisione prezzi – IVA inclusa			<b>€ 10.774,64</b>
B.6		per accantonamento per:			<b>€ 57.840,00</b>

	1)	art. 106, commi 1, del Codice LLPP		€ 9.640,00	
	2)	art 205 D.Lgs 50/2016 Accordo Bonario		€ 48.200,00	
B.7		per spese di cui agli articoli 24 del Codice LLPP, spese tecniche relative alla progettazione, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità, l'importo relativo all'incentivo di cui all'art. 113 del Codice LLPP, nella misura corrispondente alle prestazioni che dovranno essere svolte dal personale dipendente.			<b>€ 206.207,36</b>
	1)	Art. 24 (polizza progettista e verificatore)		€ 1.270,20	
	2)	Art. 113 (incentivo programmazione)		€ 19.280,00	
	3)	Incarico Prog. Strutture (cassa 4% e IVA 22% incluse)			
	4)	Incarico Progettazione opere edili (cassa 4% e IVA 22% incluse)	€ 173.608,64		
	5)	Geologo		€ 12.048,52	
B.8		per spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione, di supporto al responsabile del procedimento, e di verifica e validazione – IVA inclusa			<b>€ 45.044,94</b>
	1)	Verificatore IVA inclusa – Prog. Def. Ed Esecutivo		€ 45.044,94	
B.9		per eventuali spese per commissioni giudicatrici		€ 0,00	
B.10		spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche – IVA inclusa			<b>€ 0,00</b>
B.11		per spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale d'appalto, collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici			<b>€ 29.733,06</b>
	1)	collaudo statico (cassa e IVA incluse)		€ 9.655,57	
	2)	Certificazione energetica		€ 3.394,04	
	2)	Collaudo tecnico amministrativo		€ 16.683,45	
B.12		per I.V.A., eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge			<b>€ 96.400,00</b>
			iva		
	1)	I.V.A. su A-Lavori	10	€ 96.400,00	
<b>ALTR O</b>		(ribasso d'asta IVA compresa) Ribasso d'asta ottenuto su A - Lavori			<b>€ 0,00</b>
<b>Importo complessivo dell'intervento (A+B)</b>					<b>€ 1.480.000,00</b>

## **5 - CRITERI DI AGGIUDICAZIONE DELL'OFFERTA**

L'aggiudicazione del servizio sarà effettuata con affidamento diretto ai sensi dell'art. 36 del D.Lgs. n. 50/2016 con il criterio del minor prezzo ai sensi del comma 3 art. 95 del D.Lgs. n. 50/2016.

## **6 - DOCUMENTI ALLEGATI**

Il committente fornisce la seguente documentazione:

- 1) Planimetria catastale
- 2) Foto dell'edificio
- 3) Pianta catastali
- 4) Certificato di prevenzione incendi
- 5) Planimetrie indagini vulnerabilità plafoni e identificazione degli interventi eseguiti
- 6) Collaudo impalcati e travi

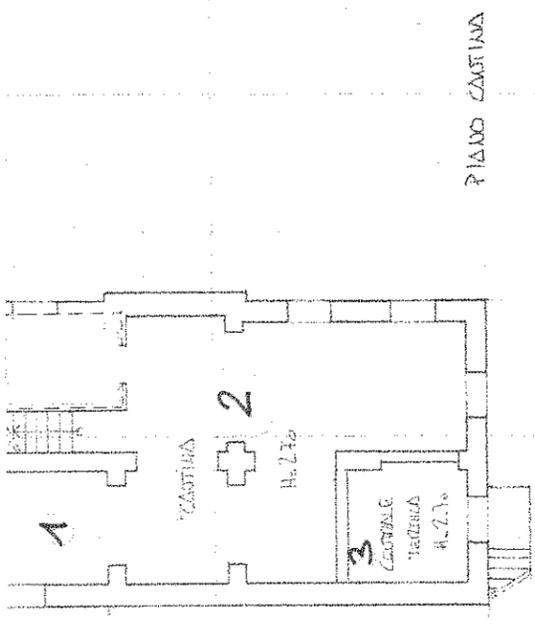
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

(arch. Giovanni Donadio)

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE AI SENSI DELL'ART. 21 DEL D.lgs 82/2005 e s.m.i.

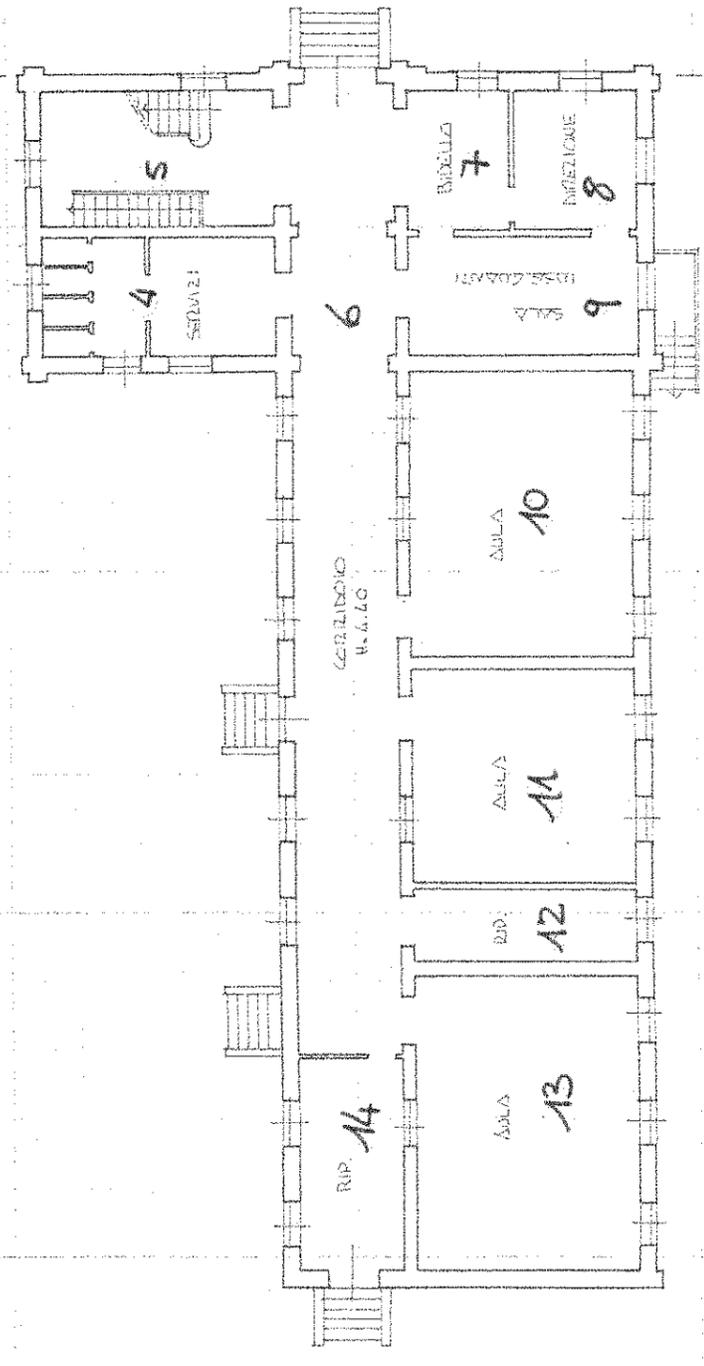


Allegato 3 - PIANTA CATASTAL  
 PIANO RIALZATO E INTERRATO



PIANO CANTINA

VIA CROCCILE



VIA BOSCHETTO

VIA

NAP. 599

PIANO TERRA

NAP. 535

NAP. 291

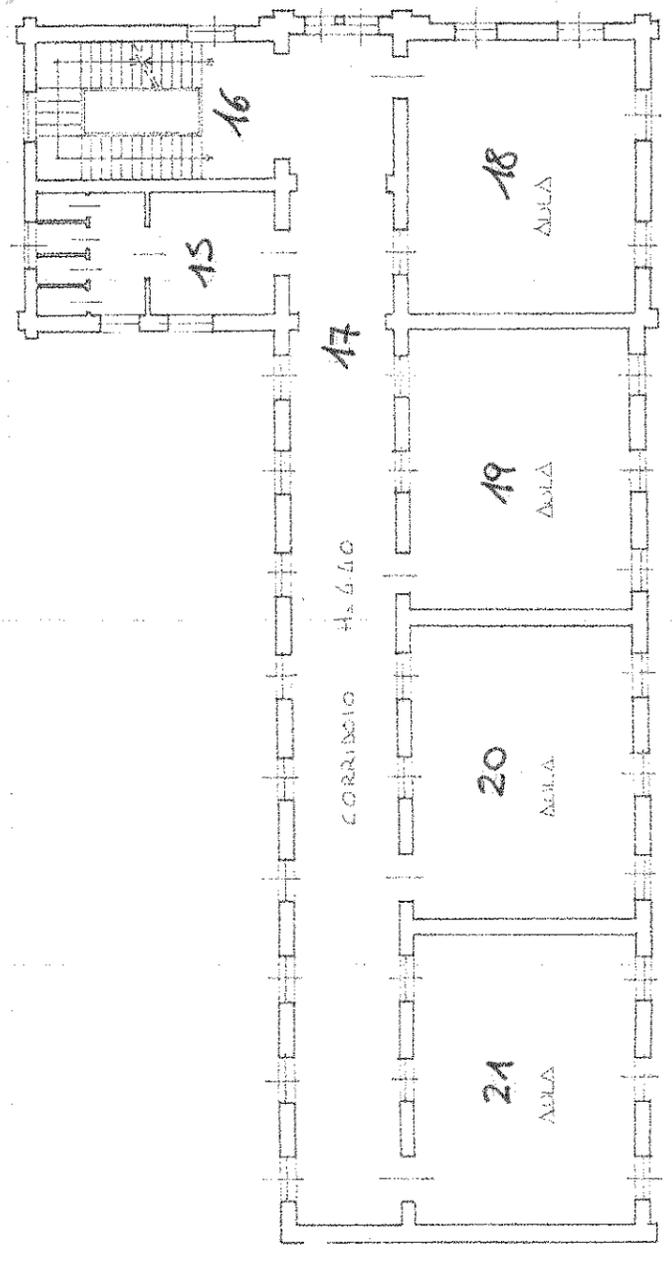
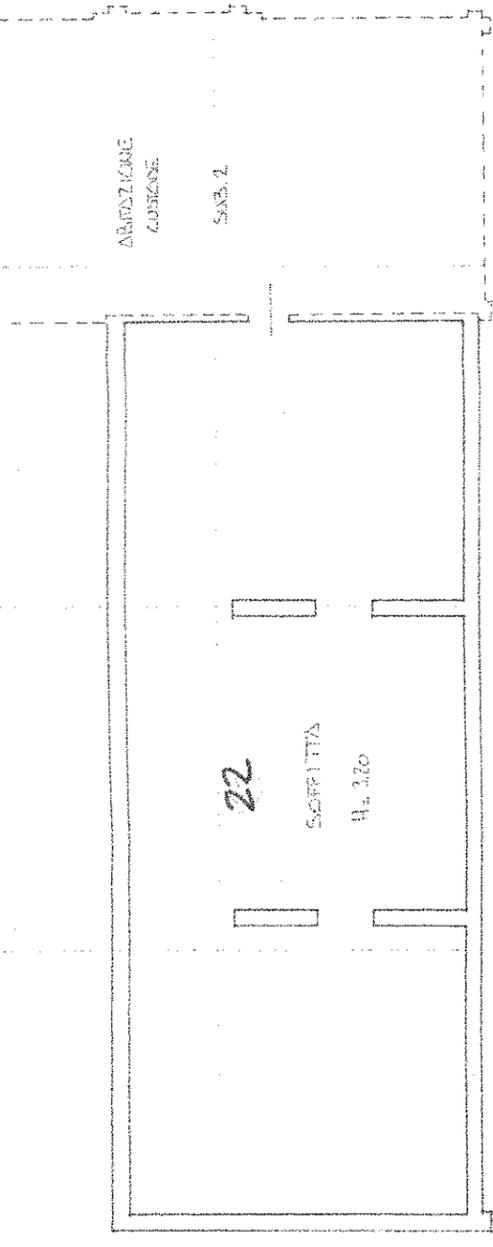
NAP. 348

Allegato 3 - PIANTA CATASTAL  
PIANO PRIMO E SECONDO

SP/1  
DATA  
PROV. TP

PIANO SECONDA

PIANO PRIMO



BOSCHETTO

MA

599

PIANO TERRA



*Ministero dell'Interno*

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

**COMANDO DEI VIGILI DEL FUOCO DI CREMONA**

*Ufficio Prevenzione Incendi*

Via Nazario Sauro 14 – 26100 CREMONA, Telefono: 0372-415788

PEC: [com.prev.cremona@cert.vigilfuoco.it](mailto:com.prev.cremona@cert.vigilfuoco.it)

**Verbale di Visita Tecnica di Prevenzione Incendi**

(Al sensi art. 4 comma 2 del D.P.R. 151/2011)

Al **Dirigente Settore Lavori Pubblici  
del Comune di Cremona  
Piazza del Comune, 8  
26100 CREMONA  
PEC:[sportello unico@pec.comune-cremona.it](mailto:sportello unico@pec.comune-cremona.it)**

Al **Dott. Ing. Mario Fedeli  
Via Montegrappa, 110  
26026 PIZZIGHETONE (CR)  
PEC:[info@pec.studiofedeli.it](mailto:info@pec.studiofedeli.it)**

Al **Sig. Sindaco del Comune di  
26100 CREMONA  
PEC:[sportellounico@pec.comune-cremona.it](mailto:sportellounico@pec.comune-cremona.it)**

e, p.c. Alla **Prefettura - Ufficio Territoriale del Governo di  
26100 CREMONA  
PEC:[protocollo.prefcr@pec.interno.it](mailto:protocollo.prefcr@pec.interno.it)  
(rif. nota Nr. prot. 18182/2021/Area I/P.C. del 30.03.2021)**

PRATICA VF N. 7647 CODICE PIN: 8930

OGGETTO: Scuola Primaria "Boschetto" sita a Cremona in Via Boschetto n. 142 - Segnalazione Certificata n. 8079 del 07.10.2020 relativa all'attività individuata al punto 67.1/A dell'allegato I al D.P.R. n.151 del 1 agosto 2011.

(Edificio Scolastico con affollamento massimo non superiore a 150 persone).

**VISITA TECNICA DI CONTROLLO**

Con riferimento all'oggetto,

- esaminata la documentazione allegata alla Segnalazione Certificata di Inizio Attività (SCIA) di cui all'oggetto;
- visto l'esito del verbale di sopralluogo effettuato dal responsabile dell'istruttoria tecnica in data 17.11.2020 con prescrizioni;
- vista la nota del Comune di Cremona acquisita agli atti con prot. 3453 del 13.04.2021 con la relativa documentazione tecnica attestante l'avvenuta ottemperanza alle prescrizioni impartite con nota prot. 10932 del 30.12.2020 a seguito della suddetta visita tecnica del 17.11.2020;
- visto l'esito del verbale di sopralluogo effettuato dal responsabile dell'istruttoria tecnica in data 05.05.2021;



*Ministero dell'Interno*

DIPARTIMENTO DEI VIGILI DEL FUOCO, DEL SOCCORSO PUBBLICO E DELLA DIFESA CIVILE

**COMANDO DEI VIGILI DEL FUOCO DI CREMONA**

*Ufficio Prevenzione Incendi*

Via Nazario Sauro 14 - 26100 CREMONA, Telefono: 0372-415788

PEC: [com.prev.cremona@cert.vigilfuoco.it](mailto:com.prev.cremona@cert.vigilfuoco.it)

si attesta, ai sensi dell' art. 4 comma 2 del D.P.R. 151 del 1 agosto 2011, il rispetto delle prescrizioni previste dalla normativa di prevenzione incendi e la sussistenza dei requisiti di sicurezza antincendio.

Si rammentano gli obblighi connessi con l'esercizio dell'attività indicati nelle regole tecniche di prevenzione incendi, nella documentazione progettuale in atti, negli eventuali pareri del Comando e, ove applicabili, nel D.lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i. (limitatamente agli aspetti antincendio) nonché nell'art. 6 del D.P.R. 151/2011.

Codesto rispettabile Ente dovrà inoltre provvedere agli obblighi del rinnovo periodico di conformità antincendio secondo le disposizioni di cui all'art. 5 del D.P.R. 151/2011 **entro la data del 07.10.2025.**

Il Funzionario Istruttore  
**Direttore Coordinatore Speciale**  
**Geom. Alfredo ALVIGGI**

Il Comandante Reggente  
**Dott. Ing. Antonio PUGLANO**



- INDAGINE VULNERABILITA' PLAFONI  
ditta Tecnoindagini s.r.l.
- INDAGINE SOLAI E SOFFITTI ing. Tomaselli (4° lotto)

MAPPATURA DEGRADO

- PERICOLOSO
- PESSIMO
- SCADENTE
- MEDIOCRE
- NORMALE
- INFILTRAZIONI
- ZONE ESCLUSE
- FESSURAZIONI INTERNE

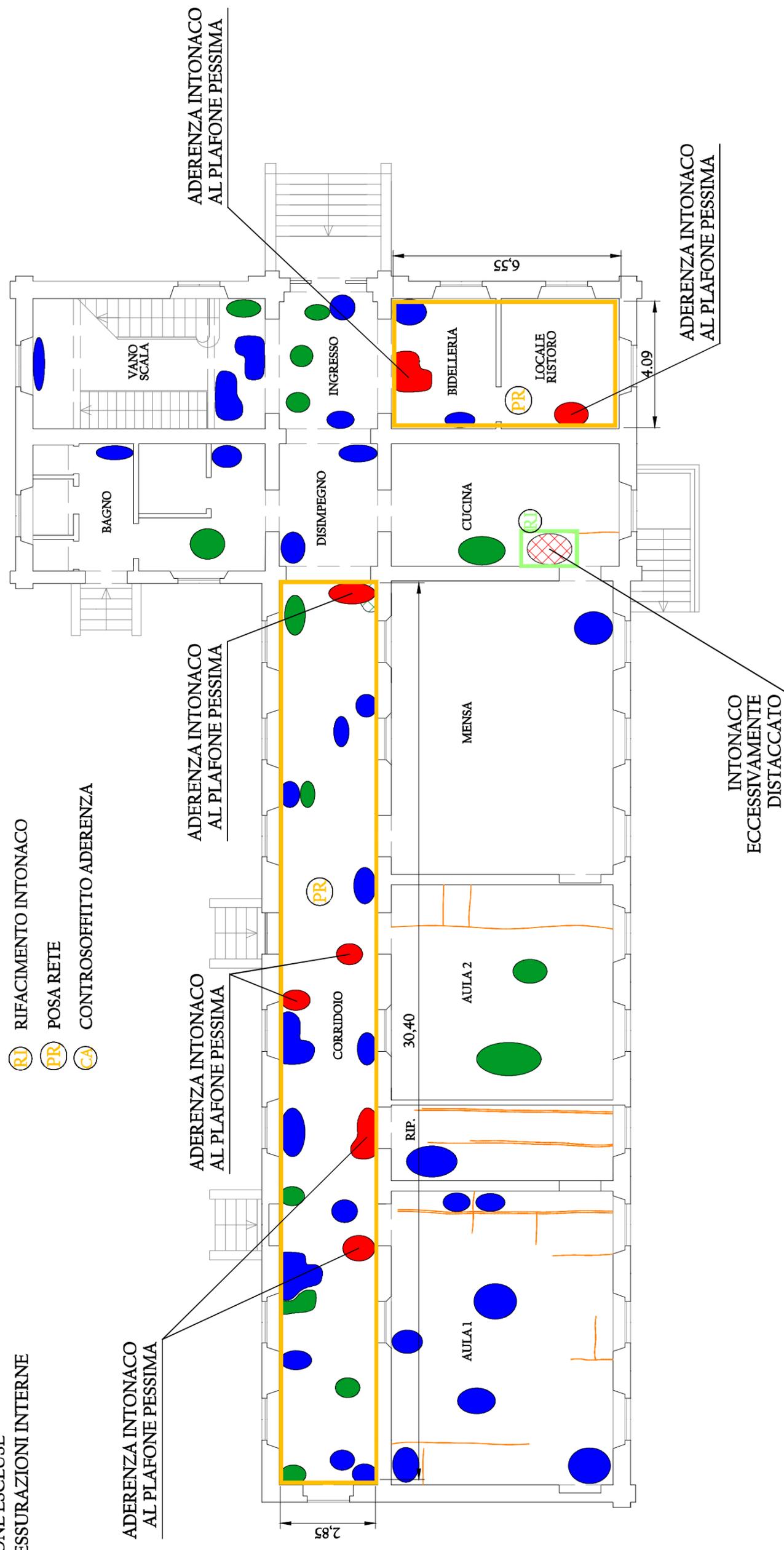
LEGENDA

INTERVENTO ESEGUITO DALLA DITTA GABE  
Estate 2015 - DET. DIR. 113 DEL 05/02/2015

- DELIMITAZIONE INTERVENTO
- ES POSA CONTROSOFFITTO
- RI RIFACIMENTO INTONACO

INTERVENTO ESEGUITO DALLA DITTA GABE  
progetto "sfondellamenti lotto 1" - estate 2016  
DET. DIR. 306 DEL 26/02/2016

- DELIMITAZIONE INTERVENTO
- RI RIFACIMENTO INTONACO
- PR POSA RETE
- CA CONTROSOFFITTO ADERENZA



- INDAGINE VULNERABILITA' PLAFONI

ditta Tecnoindagini s.r.l.

- INDAGINE SOLAI E SOFFITTI ing. Tomaselli (4° lotto)

LEGENDA

INTERVENTO ESEGUITO DALLA DITTA GABE  
Estate 2015 - DET. DIR. 113 DEL 05/02/2015

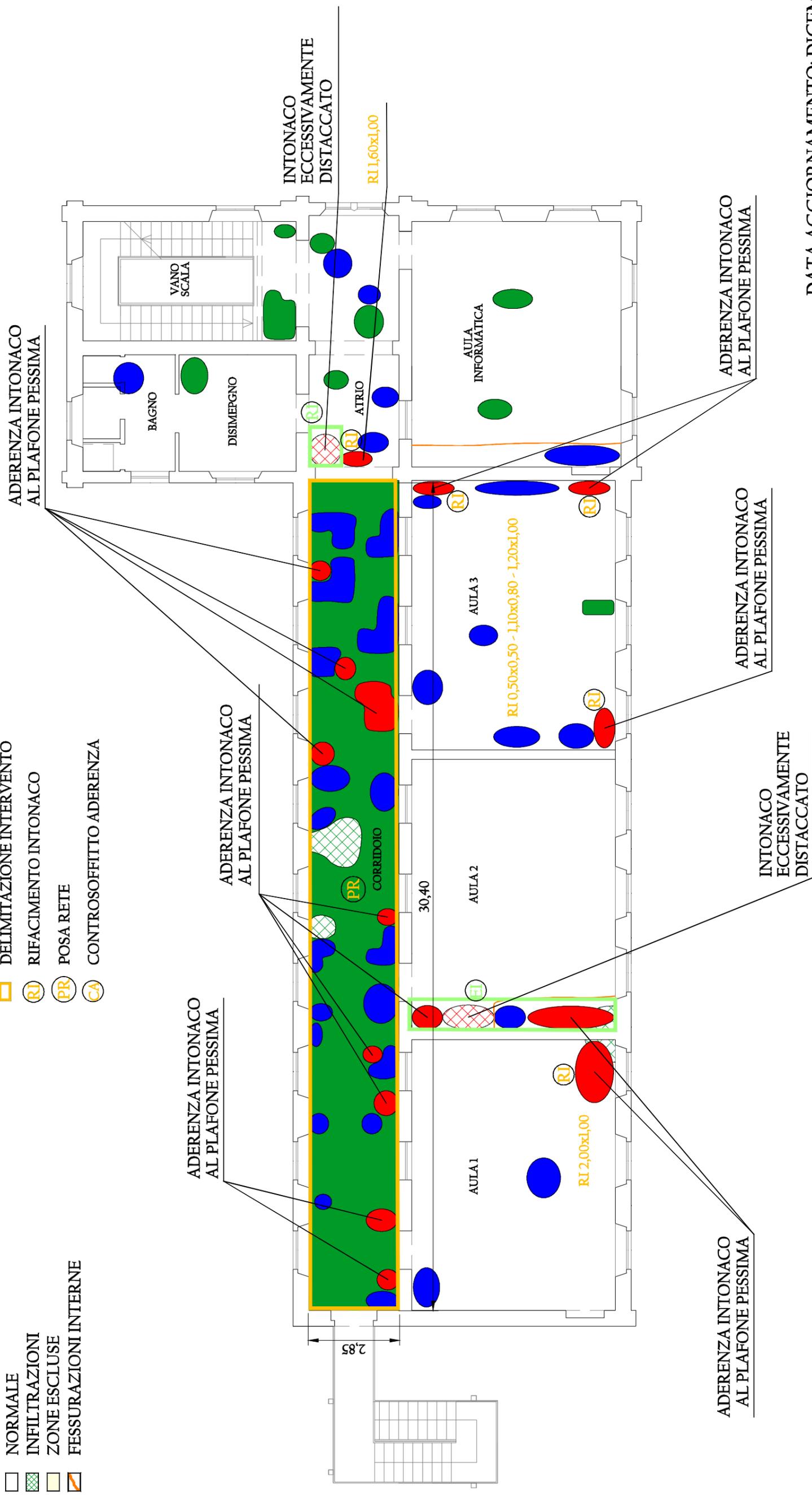
-  DELIMITAZIONE INTERVENTO
-  POSA CONTROSOFFITTO
-  RIFACIMENTO INTONACO

INTERVENTO ESEGUITO DALLA DITTA GABE  
progetto 'sfondellamenti lotto 1' - estate 2016  
DET. DIR. 306 DEL 26/02/2016

-  DELIMITAZIONE INTERVENTO
-  RIFACIMENTO INTONACO
-  POSA RETE
-  CONTROSOFFITTO ADERENZA

MAPPATURA DEGRADO

-  PERICOLOSO
-  PESSIMO
-  SCADENTE
-  MEDIOCRE
-  NORMALE
-  INFILTRAZIONI
-  ZONE ESCLUSE
-  FESSURAZIONI INTERNE



- INDAGINE VULNERABILITA' PLAFONI

ditta Tecnoindagini s.r.l.

- INDAGINE SOLAI E SOFFITTI ing. Tomaselli (4° lotto)

MAPPATURA DEGRADO

-  PERICOLOSO
-  PESSIMO
-  SCADENTE
-  MEDIOCRE
-  NORMALE
-  INFILTRAZIONI
-  ZONE ESCLUSE
-  FESSURAZIONI INTERNE
-  CONTR. IN CARTONGESSO
-  INTRADOSSO RIMOSSO

LEGENDA

INTERVENTO ESEGUITO DALLA DITTA GABE

Estate 2015 - DET. DIR. 113 DEL 05/02/2015

-  DELIMITAZIONE INTERVENTO
-  POSA CONTROSOFFITTO
-  RIFACIMENTO INTONACO

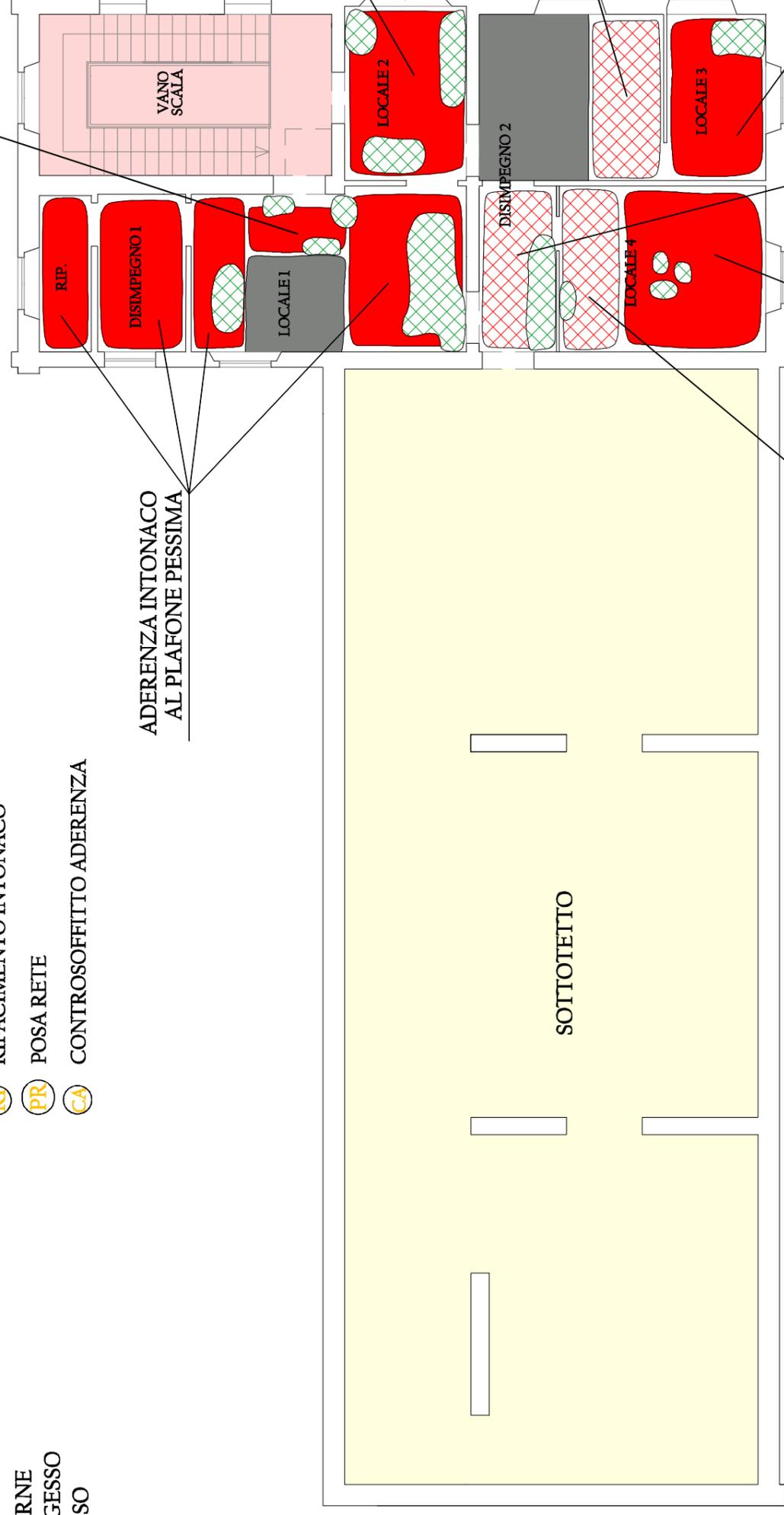
INTERVENTO ESEGUITO DALLA DITTA GABE

progetto 'sfondellamenti lotto 1' - estate 2016

DET. DIR. 306 DEL 26/02/2016

-  DELIMITAZIONE INTERVENTO
-  RIFACIMENTO INTONACO
-  POSA RETE
-  CONTROSOFFITTO ADERENZA

ADERENZA INTONACO  
AL PLAFONE PESSIMA



ADERENZA INTONACO  
AL PLAFONE PESSIMA

ADERENZA INTONACO  
AL PLAFONE PESSIMA

INTRADOSSO  
INSTABILE

INTRADOSSO  
INSTABILE

INTRADOSSO  
INSTABILE

ADERENZA INTONACO  
AL PLAFONE PESSIMA

ADERENZA INTONACO  
AL PLAFONE PESSIMA

SOTTOTETTO

**COMUNE DI CREMONA**  
**SCUOLA ELEMENTARE “BOSCHETTO ”**  
**CERTIFICATO DI IDONEITA' STATICA**

\*\*\*\*\*

**Proprietà:** Comune di Cremona – Piazza del Comune n. 8 – CR.

**Committente:** Comune di Cremona – Piazza del Comune n. 8 – CR.

**Responsabile Unico del Procedimento:** Arch. Ruggero Carletti.

**RELAZIONE, VERBALE E CERTIFICATO DI IDONEITA' STATICA**  
**EDIFICIO SCOLASTICO**

\*\*\*\*\*

Il sottoscritto Dott. Ing. Gianluca Tomaselli, domiciliato a Cappella De' Picenardi (CR) in via Mottaiola n. 12 ed iscritto da oltre dieci anni all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cremona al numero 903, per incarico ricevuto dal Comune di Cremona ed a seguito di successivi sopralluoghi, sulla base della documentazione fornita e dalle indagini effettuate, è in grado di affermare quanto segue.

L'edificio costruito negli anni trenta, è destinato ad edificio scolastico, è costituito da un piano seminterrato, piano rialzato, piano primo, alloggio custode o sottotetto. L'edificio ha una impronta ad L. Nell'ala più lunga c'è il corridoio con l'accesso alle aule , in quella più corta si trova il vano scala principale per accedere ai piani superiori. L'area del seminterrato si sviluppa solamente sotto l'ingresso e all'ambiente della cucina. All'ultimo piano c'è l'alloggio del custode che è controsoffittato . Il controsoffitto è degradato e in alcune parti è stato tolto. Il sottotetto è accessibile dalla casa del custode . La copertura dell'edificio è in legno con rinforzi mediante putrelle in ferro nella zona del sottotetto, mentre la parte che copre l'alloggio del custode non presenta rinforzi e visivamente si nota una struttura datata ed esile. La copertura non rientra nel

certificato d'idoneità statica (allego foto) .

### **ESAME DEI DOCUMENTI**

I documenti forniti dall'Amministrazione Comunale sono le planimetrie dell'edificio, libretto sanitario sullo sfondellamento dei solai redatto dalla ditta Tecnoindagini S.r.l.

### **CARATTERISTICHE DELLA STRUTTURA**

Il complesso scolastico presenta diverse tipologie strutturali. La struttura verticale è costituita sul perimetro da muratura in mattoni pieni, setti in muratura di spina, orizzontamenti in latero cemento innestati nelle murature mediante cordoli in ca. I gradini della scala sono in cemento inseriti nella muratura lavorano a mensola e sono appoggiati mediante l'alzata l'uno sopra l'altro. I pianerottoli sono sostenuti da travi in C.A. inserite nelle murature perimetrali del vano scala

La tipologia strutturale è la medesima per ciascun piano.

### **OPERAZIONI DI ANALISI E VERIFICA**

Si sono effettuati controlli mediante assaggi distruttivi a campione per determinare la tipologia dei solai e la loro consistenza geometrica e la stratigrafia dei materiali. Si sono eseguite delle prove sclerometriche per determinare la resistenza del calcestruzzo delle travi, prove endoscopiche per la stratigrafia e infine si è utilizzato lo strumento pacometro per la ricerca dei tondini di ferro laddove non è stato possibile effettuare le indagini distruttive, Tutte le prove sono state eseguite a campione per tipologia dei solai, partendo dal piano seminterrato ala ovest per arrivare fino al piano primo.

Durante la visita non si sono notati fenomeni anomali al transito normale delle persone sul piano di calpestio, l'assenza di lesioni o di cedimenti vistosi o incipienti. La scala presenta, pur sopportando carichi sufficienti al suo utilizzo, dimensioni fuori norma e oscillazioni evidenti sotto carico, che suggeriscono futuri interventi di rinforzo/irrigidimento specificati nella relazione.

## **VERIFICHE STATICHE**

### **Tutte le verifiche di resistenza saranno condotte allo stato limite ultimo.**

Si sono effettuati controlli mediante assaggi distruttivi a campione per determinare le caratteristiche della struttura , le dimensioni dei travetti e il ferro in essi presente . I punti di sondaggio sono evidenziati sulla planimetria allegata La relazione evidenzia i carichi utilizzati per il calcolo dei solai e la metodologia utilizzata.

## **.CONCLUSIONI**

Il sottoscritto Ing. Gianluca Tomaselli, collaudatore dell'edificio in esame:

- constatato che le strutture in cemento armato sottoposte a prove sclerometriche presentano caratteristiche che indicano una buona qualità di calcestruzzo;
- rilevata l'assenza di evidenti lesioni, cedimenti;
- verificata la portata dei singoli orizzontamenti ed il loro appropriato inserimento nelle strutture verticali;

tenuto presente i risultati dalle osservazioni e dalle verifiche eseguite;

## **DICHIARA**

Per quanto constatabile e constatato che l'edificio di cui all'oggetto è staticamente idoneo per sopportare i carichi per cui è stato destinato (edificio scolastico) e sempre che non intervengano fattori modificativi, pertanto lo stesso è collaudabile, come in effetti con il presente atto, formalmente

## **COLLAUDA**

**positivamente e unicamente sotto il solo profilo statico le strutture in oggetto (impalcati, travi)** rilasciandone il certificato di collaudo per gli usi e fini consentiti dalle leggi vigenti.

## P R E S C R I V E

**la verifica periodica dell'efficienza statica delle strutture e la verifica di funzionalità, da certificarsi periodicamente con verbale a firma di tecnico abilitato.**

La struttura verificata è un **edificio rilevante** sotto l'aspetto delle conseguenze di un eventuale dissesto di origine sismica ai sensi della circolare e delle NTC2008 tali strutture devono essere nel loro complesso assogettate a verifiche sismiche in base a quanto previsto dalla vigente normativa in materia.

Tomaselli Ing, Gianluca

Cappella De Picenardi li 06/06/2016



## **COMUNE DI CREMONA**

**Proprietà:** Comune di Cremona – Piazza del Comune n. 8 – CR.

**Committente:** Comune di Cremona – Piazza del Comune n. 8 – CR.

**Responsabile Unico del Procedimento:** Arch. Ruggero Carletti.

### **RELAZIONE**

**Scuola : PRIMARIA “BOSCHETTO”**  
**Via Boschetto, 142 – Loc. Boschetto - Cremona**



## **PREMESSA**

Il Comune di Cremona in data 28/12/2005 determina n.2199/75115 conferiva, al sottoscritto Dott. Ing. Gianluca Tomaselli, domiciliato a Cappella De' Picenardi (CR) in via Mottaiola n. 12 ed iscritto da oltre dieci anni all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cremona al numero 903, l'incarico per la verifica dell'idoneità strutturale degli orizzontamenti di alcuni edifici scolastici.

Nella fattispecie, la presente relazione riguarda la Scuola primaria "Boschetto" Via Boschetto, 142 – Loc. Boschetto Cremona.

L'analisi diagnostica di prevenzione segue un protocollo di indagine ed è necessario, in una prima fase, acquisire le informazioni utili ad impostare la fase operativa di monitoraggio. In particolare è fondamentale:

- risalire e/o ricostruire le planimetrie del fabbricato in modo da compiere una ricostruzione dell'edificio e determinare l'eventuale presenza di ampliamenti o modifiche occorse al manufatto originario;
- cercare eventuali documenti riguardanti precedenti denunce c.a. con relativi collaudi;
- conoscere le destinazioni d'uso, originali ed attuali dei locali, per poter risalire alle storie di carico dei diversi solai.

Queste operazioni risultano fondamentali al fine di riconoscere quale tipologia di struttura si andrà ad analizzare; successivamente si procederà con le osservazioni e con le prove in sito.

## **ESAME DEI DOCUMENTI**

L'unico documento fornito dall'Amministrazione Comunale è stato il Libretto Sanitario sullo sfondellamento dei solai redatto dalla Ditta Tecnoindagini S.r.l.

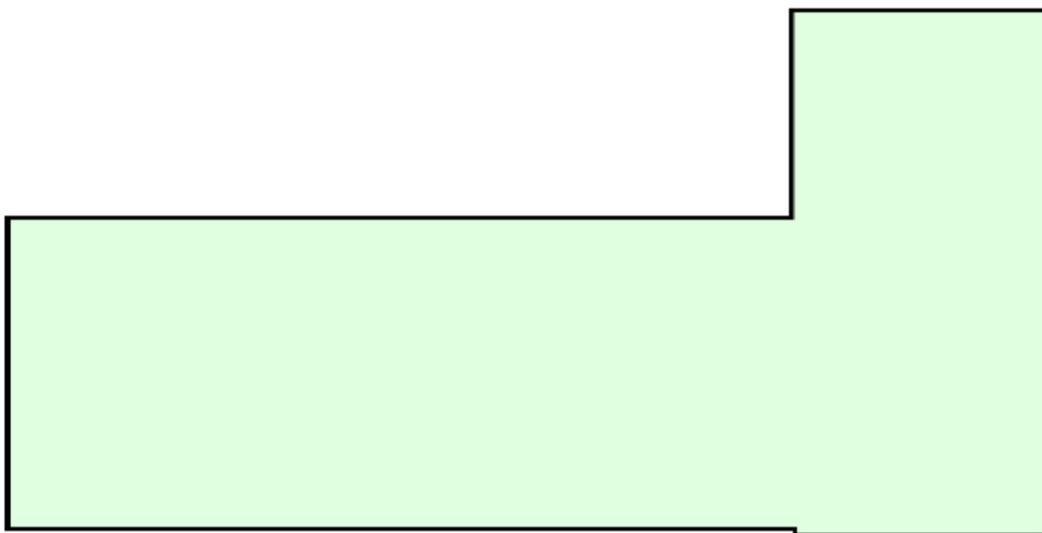
Detto documento si è rilevato molto prezioso perché ha permesso di individuare lo scheletro strutturale e l'orditura dei solai. Tali informazioni consentono di determinare le posizioni in cui procedere successivamente con l'analisi costruttiva, al fine di consentire il rilievo della geometria degli elementi costituenti le tipologie di solaio individuate, ed ottimizzare il numero di demolizioni da eseguire.

## **DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO**

Dalle informazioni fornite dalla Committente, è stato possibile determinare che l'intervento di costruzione dell'edificio oggetto del monitoraggio è risalente al 1927. Il fabbricato ammette un impianto planimetrico avente sagoma di forma ad "L" ed è disposto su tre piani fuoriterra, oltre ad una porzione, coincidente con l'ala minore, ubicata ad una quota ipogea; al piano sommitale invece è stata esclusa dalle verifiche l'ala maggiore in quanto costituisce il sottotetto della copertura in legno a falde inclinate. L'organizzazione degli spazi interni prevede ai livelli rialzato e primo, i vari locali accostati serialmente lungo un corridoio; il collegamento verticale è invece realizzato da un vano scala collocato lungo il fronte prospiciente la sede stradale di via Boschetto. Agli stessi piani l'intradosso degli orizzontamenti è posto ad una quota pari a circa 4,50 m dal piano di calpestio mentre al seminterrato e nell'ala minore del secondo piano le altezze sono nettamente inferiori. In corrispondenza della sommità del Vano scala è stata appurata la presenza di un sistema di controsoffittatura continuo.

L'indagine ha coperto una superficie di 900 mq, suddivisi in base ai livelli in: 120 mq al secondo piano, 340 mq per ciascuno dei piani primo e rialzato ed infine 100 mq al livello seminterrato.

Nell'immagine a seguire è schematizzata la sagoma dell'edificio.



## **CRITERI DI SICUREZZA E METODI DI CALCOLO**

Le verifiche degli elementi strutturali oggetto della presente relazione di calcolo sono state eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite secondo quanto previsto dalle NTC – D.M. 14 gennaio 2008 e succ. mod.

I criteri di calcolo sono quelli tipici della Scienza delle Costruzioni, ovvero basati sulla schematizzazione dei materiali in elastici lineari isotropi e continui. Le caratteristiche di sollecitazione sono state valutate manualmente od attraverso l'utilizzo di appositi programmi.

## **NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
8. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
9. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
10. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio

nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” e successive modificazioni e integrazioni.

11. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
12. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
13. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
14. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
15. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
16. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
17. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
18. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
19. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
20. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
21. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
22. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
23. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.

## MATERIALI

### Acciai per calcestruzzo armato e cls

Acciaio				Calcestruzzo			
Sigla	f <sub>yk</sub>	f <sub>tk</sub>	sig. adm	Sigla	f <sub>ck</sub>	R <sub>ck</sub>	
B450C	450	540	255	C12/15	12	15	
FeB22k	215	335	115	C16/20	16	20	
FeB32k	315	490	155	> C20/25	20	25	
FeB38k	375	450	215	C25/30	25	30	
> FeB44k	430	540	255	C28/35	28	35	
Trefolo	1620	1800	1080	C30/37	30	37	

Aggiungi		Elimina	
FeB44k	f <sub>yk</sub>	<input type="text" value="430"/>	N/mm <sup>2</sup>
	f <sub>tk</sub>	<input type="text" value="540"/>	N/mm <sup>2</sup>
	γ <sub>s</sub>	<input type="text" value="1,15"/>	
E <sub>s</sub> / E <sub>c</sub>	E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200.000"/>	N/mm <sup>2</sup>
	ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/>	%
	f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="373,9"/>	N/mm <sup>2</sup>
	ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,87"/>	%
	σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/>	N/mm <sup>2</sup>

Aggiungi		Elimina	
C20/25	f <sub>ck</sub>	<input type="text" value="20"/>	N/mm <sup>2</sup>
	R <sub>ck</sub>	<input type="text" value="25"/>	N/mm <sup>2</sup>
	γ <sub>c</sub>	<input type="text" value="1,5"/>	
ε <sub>c2</sub>	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/>	%
α <sub>cc</sub>	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="11,33"/>	N/mm <sup>2</sup>
	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/>	?
	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="8,5"/>	N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>cc</sub>	τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="1,686"/>	N/mm <sup>2</sup>
f <sub>ctm</sub>	E <sub>cm</sub>	<input type="text" value="29.962"/>	N/mm <sup>2</sup>

### Acciai per carpenteria

Denominazione (vecchia)	Spessore t (mm)			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 100 mm	
	f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )
S235 Fe 360	235	360	215	360
S275 Fe 430	275	430	255	410
SS355 Fe 510	355	510	335	470

PROPRIETÀ	SIMBOLO	VALORE NUMERICO ED UNITÀ DI MISURA	RIFERIMENTO D.M. 14-01-2008
Modulo elastico	E <sub>s</sub>	210.000 N/mm <sup>2</sup>	[11.3.4.1]
Modulo di elasticità trasversale	G <sub>s</sub> = $\frac{E_s}{2 \times (1 + \nu)}$	80.700 N/mm <sup>2</sup>	[11.3.4.1]

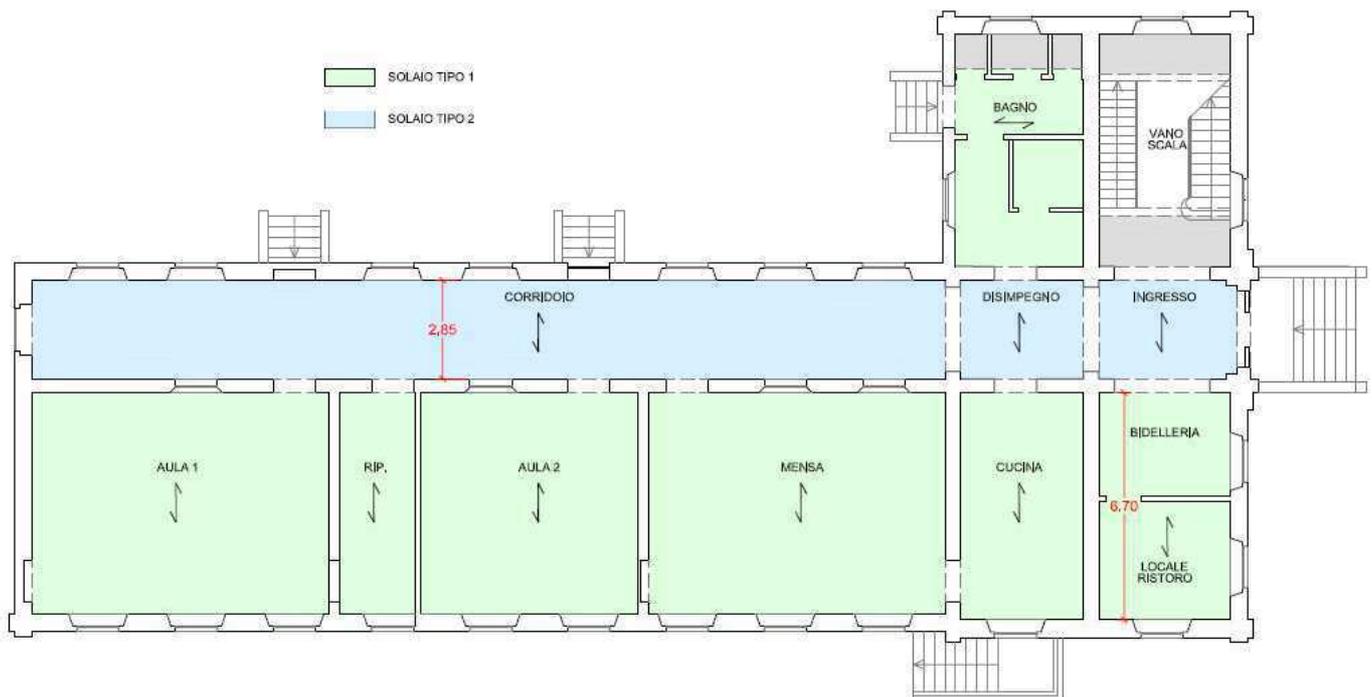
Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	γ <sub>M0</sub> = 1,05
Resistenza all'instabilità delle membrature	γ <sub>M1</sub> = 1,05
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	γ <sub>M1</sub> = 1,10
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	γ <sub>M2</sub> = 1,25

## IDENTIFICAZIONE DEI SOLAI

Per arrivare a determinare la tipologia dei solai e di conseguenza l'eventuale numero di verifiche da eseguirsi, abbiamo identificato e codificato una precisa sequenza di operazioni/valutazioni:

- 1 suddivisione dei solai in base alla propria lunghezza;
- 2 suddivisione dei solai in base alle caratteristiche geometriche della loro orditura;
- 3 suddivisione dei solai in base alla tipologia di carico da portare;
- 4 suddivisione dei solai, a seguito di demolizioni localizzate, in base all'altezza e alla geometria degli alleggerimenti;
- 5 suddivisione dei solai, a seguito di demolizioni localizzate, in base al quantitativo di armatura.

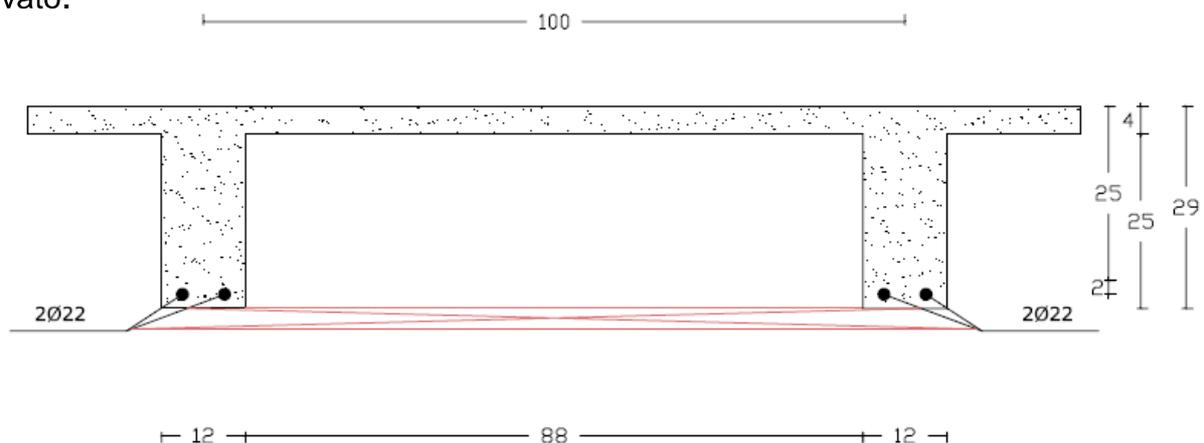
Così facendo abbiamo identificato tre tipologie di solaio



## SOLAIO TIPO 1

Solaio misto in latero-cemento ottenuto dall'assemblaggio di cemento armato, con funzione prevalentemente resistente, e laterizi aventi funzione prevalentemente di alleggerimento. Questo solaio riguarda tutte le aule, i ripostigli, i bagni, la cucina, la mensa ecc.

Per questa tipologia di solaio il carico portato è il peso proprio, il peso dell'intonaco di circa 2 cm. e il peso delle tavelline, il peso del sottofondo e del pavimento ed inoltre va considerato il sovraccarico di normativa previsto per le scuole. Per valutare la geometria e soprattutto l'armatura presente nei travetti, si è eseguita una demolizione localizzata posta a circa un metro e mezzo dal vincolo (muro) questo perché a quella distanza non avremmo intercettato né le armature aggiuntive poste nei vincoli per assorbire il momento negativo né quelle aggiuntive in mezzzeria per assorbire il momento positivo. Operando pertanto ulteriormente a favore di sicurezza. La figura sotto riportata rappresenta quanto rilevato.



### ANALISI DEI CARICHI

#### **carico permanente $G_1$ (pesi strutturali)**

$$\text{Calcestruzzo} = (2 \times 0,25 \times 0,06 + 0,04) \times 25 = \mathbf{1,75 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Tavelline} = (1,00 \times 0,03) \times 8 = \mathbf{0,24 \quad kN/m^2}$$

$$\mathbf{1,99 \quad kN/m^2}$$

#### **carico permanente $G_2$ (pesi non strutturali)**

$$\text{Intonaco} = 2 \times 0,18 = \mathbf{0,36 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Sottofondo} \quad \mathbf{0,80 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Pavimento} \quad \mathbf{0,40 \quad kN/m^2}$$

$$\mathbf{1,56 \quad kN/m^2}$$

carico accidentale scuole  $Q_1$

3,00 kN/m<sup>2</sup>

### Combinazione fondamentale SLU

$$q = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_{Q1} \times Q_1 = 1,3 \times 1,99 \text{ kN/m} + 1,5 \times 1,56 \text{ kN/m} + 1,5 \times 3,0 \text{ kN/m} \cong \underline{\underline{9,43 \text{ kN/m}}}$$

Attraverso l'utilizzo del programma Verifica CA agli Stati Limite Ultimi (VCASLU) del Prof. Gelfi, ed in base alle caratteristiche geometriche ed all'armatura presente determino il Momento resistente massimo da cui poi potrò ricavare il carico limite applicabile e/o sopportabile dal solaio.

Tenendo conto che l'armatura presente nel travetto è  $A_s = 2\phi 22$

**Titolo:** Solaio 1 aule Boschetto

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	4
2	12	25

N°	As [cm <sup>2</sup> ]	d [cm]
1	7,6	27

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

N° rett.

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

L<sub>o</sub>  cm **Col. modello**

Precompresso

**Materiali**

<b>FeB32k</b>	<b>C25/30</b>
$\epsilon_{su}$ <input type="text" value="67,5"/> ‰	$\epsilon_{c2}$ <input type="text" value="2"/> ‰
$f_{yd}$ <input type="text" value="273,9"/> N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$ <input type="text" value="3,5"/> ‰
$E_s$ <input type="text" value="200 000"/> N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd}$ <input type="text" value="14,17"/> ‰
$E_s/E_c$ <input type="text" value="15"/>	$f_{cc}/f_{cd}$ <input type="text" value="0,8"/> ?
$\epsilon_{syd}$ <input type="text" value="1,37"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="9,75"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="155"/> N/mm <sup>2</sup>	$\tau_{co}$ <input type="text" value="0,6"/>
	$\tau_{c1}$ <input type="text" value="1,829"/>

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm<sup>2</sup>

$\sigma_s$   N/mm<sup>2</sup>

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x:  x/d

$\delta$

Da cui si deduce che  $M_{xRd} = 54,63 \text{ kNm}$

Dato che  $L = 6,70 \text{ m}$  e ricordando che per un solaio in regime di semi incastro il momento

massimo in mezzzeria vale  $M_{\max+} = \frac{q \cdot l^2}{14,2}$

Ricavo che  $q_{xRd} = \frac{14,2 \cdot M_{xRd}}{l^2} = \frac{14,2 \cdot 54,63}{6,7^2} = 17,28 \text{ kN/m}$

Da cui si ricava che  $q_{xRd} > q \rightarrow 17,28 > 9,43$  **OK VERIFICATO**

### **VERIFICA A TAGLIO**

Per la verifica a taglio si è utilizzato il metodo del traliccio ad inclinazione variabile, si è calcolata la resistenza a Taglio  $V_{rd1}$  in assenza di armatura e la si è confrontata con il valore del Taglio massimo risultante dal calcolo.

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{\min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

### **RISULTATI**

$T_{\max} = \text{daN } 3160,$

$(v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 7760,71$

$V_{rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 9954, \geq (v_{\min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$

**$T_{\max} < V_{rd1}$  SEZIONE VERIFICATA**

# VERIFICA S.L.E SOLAIO S1 BOSCHETTO

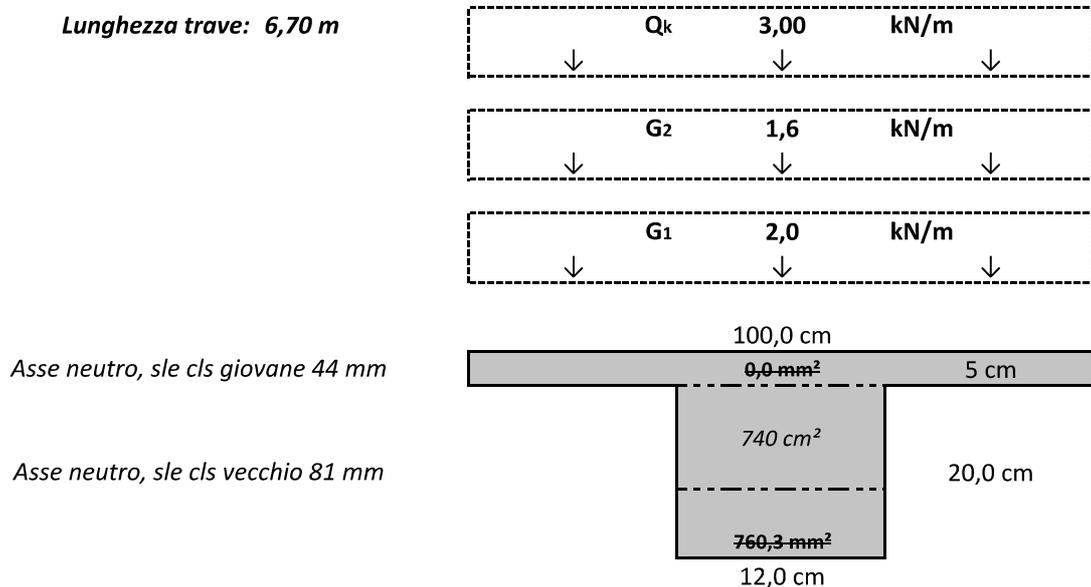
## 1-Geometria, definizione dei carichi e dei materiali utilizzati.

Larghezza della base superiore	b	1000	mm
Larghezza della base inferiore	b <sub>w</sub>	120	mm
Altezza della sezione	h	250	mm
Spessore dell'alla	s	50	mm
Spessore copriferro	d'	22	mm
Classe di resistenza del calcestruzzo		C20/25	
Tipo Acciaio		Fe B44k	
Modulo elastico dell'acciaio	E <sub>s</sub>	210000	Mpa
Lunghezza della trave (app-app)	L	6,7	m
Carico Permanente strutturale	G <sub>1</sub>	1,990	kN/m <sup>2</sup>
Carico Permanente non strutturale	G <sub>2</sub>	1,560	kN/m <sup>2</sup>
Carico folla	Q <sub>k</sub>	3,000	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione caratteristica		20,71	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione frequente		17,86	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione quasi permanente		16,91	kN/m <sup>2</sup>
La condizione ambientale è:	ordinaria		

## 2-Armature utilizzate

Rete elettrosaldata	ϕ 0	/ 20,0 cm		
Armatura Superiore	ϕ 10	ϕ 12	ϕ 14	<b>As, inserita</b>
	0			0,0 mm <sup>2</sup>
Armatura Inferiore	ϕ 10	ϕ 12	ϕ 22	<b>As, inserita</b>
	0	0	2	760,3 mm <sup>2</sup>

## 3-Riepilogo



#### 4-Resistenze dei materiali

Rck	25	N/mm <sup>2</sup>
fck	20,75	N/mm <sup>2</sup>
fed	13,83	N/mm <sup>2</sup>
fctm	2,27	N/mm <sup>2</sup>
fctk	1,59	N/mm <sup>2</sup>
fbd	2,38	N/mm <sup>2</sup>
fyd	373,91	N/mm <sup>2</sup>

#### 5-Verifiche allo stato limite di esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche, per la sezione di mezzeria:

I-Verifica di deformabilità

II-Verifica delle tensioni di esercizio

III-Verifica di fessurazione

#### 5.1-Sezione Totalmente Reagente

Calcestruzzo nuovo, sezione totalmente reagente	n	7,0	-
	y	76	mm
	Ec	30200	Mpa
	J1	47402	cm <sup>4</sup>
	W1	621	cm <sup>3</sup>
	P,sle carat.	6,55	kN/m
	Med	20,71	kNm
	Mcr	7,42	kNm
	f1	12,0	mm
	f	<b>12,0</b>	mm
	fmax	26,8	mm
	f ≤ fmax	verificato 1/250	
	σc	-3,34	Mpa
σc ≤ 0,6 fck	VERIFICATO		
σs	46,06	Mpa	
LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)			

#### 5.2-Verifiche per il calcestruzzo Giovane, in combinazione caratteristica

Calcestruzzo nuovo	n	7,0	-
	P,sle carat.	6,55	kN/m
	Med	20,71	kNm
	J1	47402	cm <sup>4</sup>
	Mcr	7,42	kNm
	y	44	mm
	d,virt	228	mm
	ηs	5	mm
	As	760	mm <sup>2</sup>
	Ec	30200	Mpa
	J2	20737	cm <sup>4</sup>
	f1	12,0	mm
	f2	27,4	mm
	f	<b>25,5</b>	mm
	fmax	26,8	mm
	f ≤ fmax	verificato 1/250	
	σc	-4,40	Mpa
	σc ≤ 0,6 fck	VERIFICATO	
σs	127,68	Mpa	
σs ≤ 0,8 fyk	VERIFICATO		
LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)			
FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE GIOVANE:		NO	

### 5.3-Verifiche per il calcestruzzo Giovane, in combinazione frequente

<b>Calcestruzzo nuovo</b>	<b>n</b>	7,0	-
	<b>P<sub>,sle freq</sub></b>	5,05	kN/m
	<b>M<sub>ed</sub></b>	17,86	kNm
	<b>J<sub>1</sub></b>	47402	cm <sup>4</sup>
	<b>M<sub>cr</sub></b>	7,42	kNm
	<b>y</b>	44	mm
	<b>d<sub>,virt</sub></b>	228	mm
	<b>η<sub>s</sub></b>	5	mm
	<b>A<sub>s</sub></b>	760	mm <sup>2</sup>
	<b>E<sub>c</sub></b>	30200	Mpa
	<b>J<sub>2</sub></b>	20737	cm <sup>4</sup>
	<b>σ<sub>c</sub></b>	-3,80	Mpa
	<b>σ<sub>s</sub></b>	110,14	Mpa
	<b>w<sub>d</sub></b>	0,05	mm
	<b>W<sub>lim</sub></b>	0,40	mm
	<b>W<sub>d</sub> ≤ W<sub>lim</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>	
	<b>LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)</b>		
<b>FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE GIOVANE:</b>		<b>NO</b>	

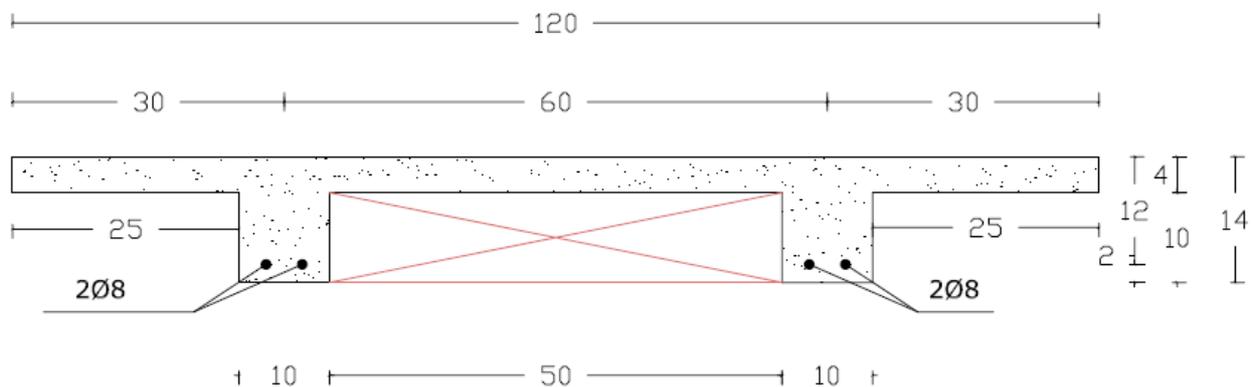
### 5.4-Verifiche per il calcestruzzo Vecchio, in combinazione quasi permanente

<b>Calcestruzzo vecchio</b>	<b>n</b>	25,5	-
	<b>P<sub>,sle quas. Perm</sub></b>	4,45	kN/m
	<b>M<sub>ed</sub></b>	16,91	kNm
	<b>J<sub>1,vecchio</sub></b>	74962	cm <sup>4</sup>
	<b>M<sub>cr</sub></b>	7,42	kNm
	<b>y</b>	81	mm
	<b>d<sub>,virt</sub></b>	87	mm
	<b>η<sub>n</sub></b>	528	mm
	<b>A<sub>s</sub>*</b>	1724	mm <sup>2</sup>
	<b>E<sub>c,vec</sub></b>	8226	Mpa
	<b>J<sub>2</sub></b>	58782	cm <sup>4</sup>
	<b>f<sub>1</sub></b>	18,9	mm
	<b>f<sub>2</sub></b>	24,1	mm
	<b>f</b>	<b>23,6</b>	mm
	<b>f<sub>max</sub></b>	26,8	mm
	<b>f ≤ f<sub>max</sub></b>	<b>verificato 1/250</b>	
	<b>σ<sub>c,nuovo</sub></b>	-3,60	Mpa
	<b>σ<sub>c</sub> ≤ 0,45 f<sub>ck</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>	
	<b>σ<sub>s, nuovo</sub></b>	104,29	Mpa
	<b>w<sub>d</sub></b>	0,05	mm
<b>W<sub>lim</sub></b>	0,30	mm	
<b>W<sub>d</sub> ≤ W<sub>lim</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>		
<b>LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)</b>			
<b>FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE VECCHIA:</b>		<b>NO</b>	

## SOLAIO TIPO 2

Solaio misto in latero-cemento ottenuto dall'assemblaggio di cemento armato, con funzione prevalentemente resistente, e laterizi aventi funzione prevalentemente di alleggerimento. Questo solaio riguarda le aule 1, 2 e 3..

Anche per questa tipologia di solaio il carico portato è il peso proprio, il peso dell'intonaco di circa 2 cm. e il peso delle tavelline, il peso del sottofondo e del pavimento ed inoltre va considerato il sovraccarico di normativa previsto per le scuole. Per valutare la geometria e soprattutto l'armatura presente nei travetti, si è eseguita una demolizione localizzata posta a circa un metro e mezzo dal vincolo (muro). La figura sotto riportata rappresenta quanto rilevato.



### ANALISI DEI CARICHI

Per facilitare i calcoli considero una striscia di solaio non di un metro ma di 1,20 m.

#### **carico permanente $G_1$ (pesi strutturali)**

$$\text{Calcestruzzo} = (2 \times 0,10 \times 0,10 + 1,20 \times 0,04) \times 25 = \mathbf{1,70 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Pignatta} = (2 \times 0,50 \times 0,1) \times 5,4 = \mathbf{0,54 \quad kN/m^2}$$

$$\mathbf{2,24 \quad kN/m^2}$$

#### **carico permanente $G_2$ (pesi non strutturali)**

$$\text{Intonaco} = 2 \times 0,18 \times 1,2 = \mathbf{0,432 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Sottofondo} = 0,80 \times 1,2 = \mathbf{0,960 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Pavimento} = 0,40 \times 1,20 = \mathbf{0,480 \quad kN/m^2}$$

$$\mathbf{1,872 \quad kN/m^2}$$

carico accidentale scuole  $Q_1 = 3,00 \times 1,20 = 3,60 \text{ kN/m}^2$

**Combinazione fondamentale SLU**

$q = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_{Q1} \times Q_1 = 1,3 \times 2,24 \text{ kN/m} + 1,5 \times 1,872 \text{ kN/m} + 1,5 \times 3,6 \text{ kN/m} \cong \underline{11,12 \text{ kN/m}}$

Attraverso l'utilizzo del programma Verifica CA agli Stati Limite Ultimi (VCASLU) del Prof. Gelfi, ed in base alle caratteristiche geometriche ed all'armatura presente determino il Momento resistente massimo da cui poi potrò ricavare il carico limite applicabile e/o sopportabile dal solaio.

Tenendo conto che l'armatura presente nel travetto è  $A_s = 2\phi 8$

**Titolo:** Solaio 2 corridoi Boschetto

N° Vertici: 12 Zoom      N° barre: 2 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
8	85	10
9	35	10
10	35	0
11	25	0
12	25	10

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	1,01	30	2
2	1,01	90	2

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0

**P.to applicazione N**  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN 0   yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato acciaio - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta    Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd    Dominio M-N

L<sub>o</sub> 0 cm    Col. modello

Precompresso

**Materiali**

FeB32k	C25/30
ε <sub>su</sub> 67,5 ‰	ε <sub>c2</sub> 2 ‰
f <sub>yd</sub> 273,9 N/mm²	ε <sub>cu</sub> 3,5 ‰
E <sub>s</sub> 200.000 N/mm²	f <sub>cd</sub> 14,17
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> 15	f <sub>cc</sub> / f <sub>cd</sub> 0,8
ε <sub>syd</sub> 1,37 ‰	σ <sub>c,adm</sub> 9,75
σ <sub>s,adm</sub> 155 N/mm²	τ <sub>co</sub> 0,6
	τ <sub>c1</sub> 1,829

M<sub>xRd</sub> 6,542 kNm

σ<sub>c</sub> -14,17 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 273,9 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 2,541 ‰  
 ε<sub>s</sub> 67,5 ‰  
 d 12 cm  
 x 0,435    x/d 0,03628  
 δ 0,7

Da cui si deduce che  $M_{xRd} = 6,542 \text{ kNm}$  Ricordando che  $L = 2,85 \text{ m}$  e che  $M_{\text{max}+} = \frac{q \times l^2}{14,2}$

Ricavo che  $q_{xRd} = \frac{14,2 \times M_{xRd}}{l^2} = \frac{14,2 \times 6,542}{2,85^2} = 11,437 \text{ kN/m}$

Da cui si ricava che  $q_{xRd} > q \rightarrow 11,437 > 11,12 \quad \text{OK VERIFICATO}$

### VERIFICA A TAGLIO

Per la verifica a taglio si è utilizzato il metodo del traliccio ad inclinazione variabile, si è calcolata la resistenza a Taglio  $V_{rd1}$  in assenza di armatura e la si è confrontata con il valore del Taglio massimo risultante dal calcolo.

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

### RISULTATI

$$T_{max} = \text{daN } 1322,$$

$$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d = \text{daN } 3880,46$$

$$V_{rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 4584, \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) b_w \cdot d$$

**$T_{max} < V_{rd1}$  SEZIONE VERIFICATA**

# VERIFICA S.L.E. SOLAIO S2 BOSCHETTO

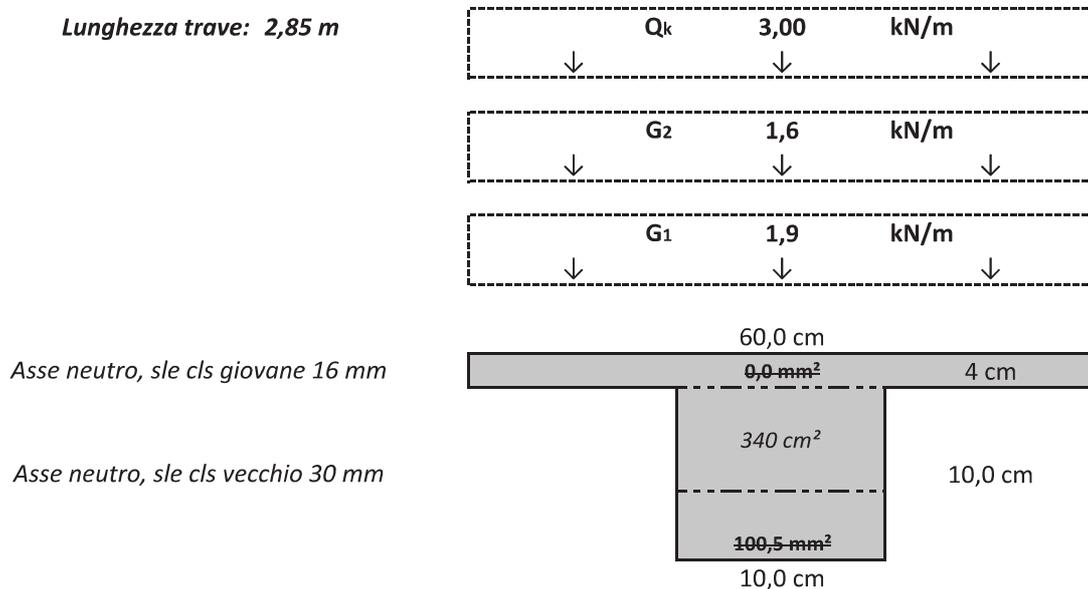
## 1-Geometria, definizione dei carichi e dei materiali utilizzati.

Larghezza della base superiore	b	600	mm
Larghezza della base inferiore	b <sub>w</sub>	100	mm
Altezza della sezione	h	140	mm
Spessore dell'alla	s	40	mm
Spessore copriferro	d'	11	mm
Classe di resistenza del calcestruzzo		C20/25	
Tipo Acciaio		Fe B44k	
Modulo elastico dell'acciaio	E <sub>s</sub>	210000	Mpa
Lunghezza della trave (app-app)	L	2,85	m
Carico Permanente strutturale	G <sub>1</sub>	1,870	kN/m <sup>2</sup>
Carico Permanente non strutturale	G <sub>2</sub>	1,560	kN/m <sup>2</sup>
Carico folla	Q <sub>k</sub>	3,000	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione caratteristica		2,21	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione frequente		1,90	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione quasi permanente		1,80	kN/m <sup>2</sup>
La condizione ambientale è:	ordinaria		

## 2-Armature utilizzate

Rete elettrosaldata	ϕ 0	/ 20,0 cm		
Armatura Superiore	ϕ 10	ϕ 12	ϕ 14	<b>As, inserita</b>
				0,0 mm <sup>2</sup>
Armatura Inferiore	ϕ 8	ϕ 12	ϕ 14	<b>As, inserita</b>
	2	0		100,5 mm <sup>2</sup>

## 3-Riepilogo



#### 4-Resistenze dei materiali

Rck	25	N/mm <sup>2</sup>
fck	20,75	N/mm <sup>2</sup>
fcd	13,83	N/mm <sup>2</sup>
fctm	2,27	N/mm <sup>2</sup>
fctk	1,59	N/mm <sup>2</sup>
fbd	2,38	N/mm <sup>2</sup>
fyd	373,91	N/mm <sup>2</sup>

#### 5-Verifiche allo stato limite di esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche, per la sezione di mezzeria:

I-Verifica di deformabilità

II-Verifica delle tensioni di esercizio

III-Verifica di fessurazione

#### 5.1-Sezione Totalmente Reagente

Calcestruzzo nuovo, sezione totalmente reagente	n	7,0	-
	y	42	mm
	Ec	30200	Mpa
	J1	5148	cm <sup>4</sup>
	W1	121	cm <sup>3</sup>
	P,sle carat.	6,43	kN/m
	Med	2,21	kNm
	Mcr	1,43	kNm
	f1	3,6	mm
	f	<b>3,6</b>	mm
	fmax	11,4	mm
	f ≤ fmax	verificato 1/250	
	σc	-1,82	Mpa
	σc ≤ 0,6 fck	VERIFICATO	
σs	25,86	Mpa	
LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)			

#### 5.2-Verifiche per il calcestruzzo Giovane, in combinazione caratteristica

Calcestruzzo nuovo	n	7,0	-
	P,sle carat.	6,43	kN/m
	Med	2,21	kNm
	J1	5148	cm <sup>4</sup>
	Mcr	1,43	kNm
	y	16	mm
	d,virt	129	mm
	ηs	1	mm
	As	101	mm <sup>2</sup>
	Ec	30200	Mpa
	J2	974	cm <sup>4</sup>
	f1	3,6	mm
	f2	18,8	mm
	f	<b>12,4</b>	mm
	fmax	11,4	mm
	f ≤ fmax	non verificato 1/250	
	σc	-3,68	Mpa
	σc ≤ 0,6 fck	VERIFICATO	
σs	177,86	Mpa	
σs ≤ 0,8 fyk	VERIFICATO		
LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)			
FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE GIOVANE:		NO	

### 5.3-Verifiche per il calcestruzzo Giovane, in combinazione frequente

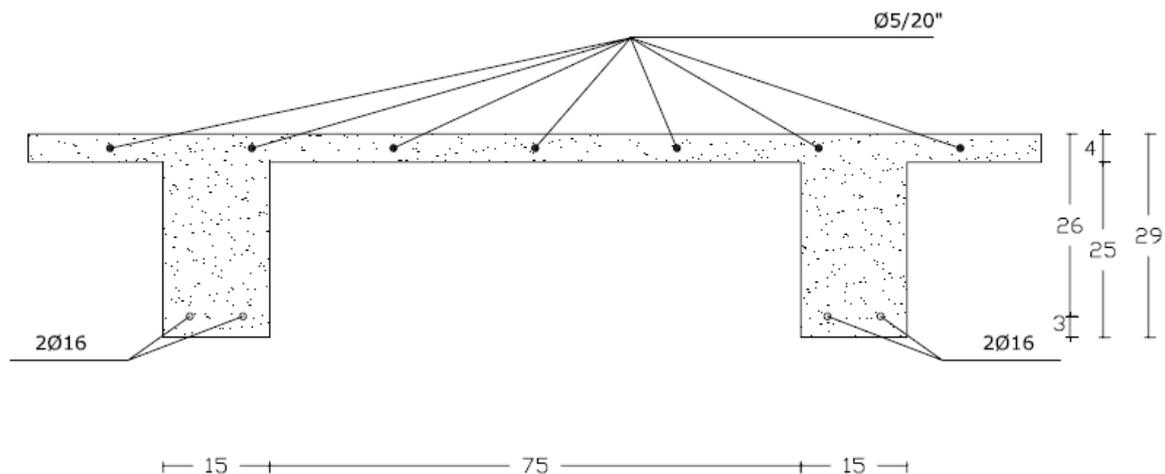
<b>Calcestruzzo nuovo</b>	<b>n</b>	7,0	-
	<b>P<sub>,sle freq</sub></b>	4,93	kN/m
	<b>M<sub>ed</sub></b>	1,90	kNm
	<b>J<sub>1</sub></b>	5148	cm <sup>4</sup>
	<b>M<sub>cr</sub></b>	1,43	kNm
	<b>y</b>	16	mm
	<b>d<sub>,virt</sub></b>	129	mm
	<b>η<sub>s</sub></b>	1	mm
	<b>A<sub>s</sub></b>	101	mm <sup>2</sup>
	<b>E<sub>c</sub></b>	30200	Mpa
	<b>J<sub>2</sub></b>	974	cm <sup>4</sup>
	<b>σ<sub>c</sub></b>	-3,16	Mpa
	<b>σ<sub>s</sub></b>	152,91	Mpa
	<b>w<sub>d</sub></b>	0,04	mm
	<b>W<sub>lim</sub></b>	0,40	mm
	<b>W<sub>d</sub> ≤ W<sub>lim</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>	
	<b>LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)</b>		
<b>FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE GIOVANE:</b>		<b>NO</b>	

### 5.4-Verifiche per il calcestruzzo Vecchio, in combinazione quasi permanente

<b>Calcestruzzo vecchio</b>	<b>n</b>	26,5	-
	<b>P<sub>,sle quas. Perm</sub></b>	4,33	kN/m
	<b>M<sub>ed</sub></b>	1,80	kNm
	<b>J<sub>1,vecchio</sub></b>	6543	cm <sup>4</sup>
	<b>M<sub>cr</sub></b>	1,43	kNm
	<b>y</b>	30	mm
	<b>d<sub>,virt</sub></b>	129	mm
	<b>η<sub>s</sub></b>	4	mm
	<b>A<sub>s</sub></b>	101	mm <sup>2</sup>
	<b>E<sub>c,vec</sub></b>	7924	Mpa
	<b>J<sub>2</sub></b>	3151	cm <sup>4</sup>
	<b>f<sub>1</sub></b>	7,2	mm
	<b>f<sub>2</sub></b>	14,9	mm
	<b>f</b>	<b>12,4</b>	mm
	<b>f<sub>max</sub></b>	11,4	mm
	<b>f ≤ f<sub>max</sub></b>	<b>non verificato 1/250</b>	
	<b>σ<sub>c,nuovo</sub></b>	-2,99	Mpa
	<b>σ<sub>c</sub> ≤ 0,45 f<sub>ck</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>	
	<b>σ<sub>s, nuovo</sub></b>	144,87	Mpa
	<b>w<sub>d</sub></b>	<b>0,04</b>	mm
<b>W<sub>lim</sub></b>	0,30	mm	
<b>W<sub>d</sub> ≤ W<sub>lim</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>		
<b>LA SEZIONE SI FESSURA (STADIO 2)</b>			
<b>FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE VECCHIA:</b>		<b>NO</b>	

### SOLAIO TIPO 3 – SOLETTA NERVATA

Questo solaio, pur non avendo informazioni dirette e certe, è riconducibile ad un intervento strutturale più recente dovuto probabilmente alla necessità sorta per ripristinare e/o consolidare il piano seminterrato. Questa tipologia di solaio si caratterizza per una sezione trasversale interamente in calcestruzzo armato, priva di elementi di alleggerimento. Anche per questa tipologia di solaio il carico portato è il peso proprio, il peso del sottofondo e del pavimento ed inoltre va considerato il sovraccarico di normativa previsto per le scuole.



#### ANALISI DEI CARICHI

##### **carico permanente $G_1$ (pesi strutturali)**

$$\text{Calcestruzzo} = (0,15 \times 0,25 + 0,04 \times 0,9) \times 25 / 0,9 = \quad \mathbf{2,05 \quad kN/m^2}$$

##### **carico permanente $G_2$ (pesi non strutturali)**

$$\text{Sottofondo} \quad \mathbf{0,80 \quad kN/m^2}$$

$$\text{Pavimento} \quad \mathbf{0,40 \quad kN/m^2}$$

$$\mathbf{1,20 \quad kN/m^2}$$

$$\text{carico accidentale scuole } Q_1 \quad \mathbf{3,00 \quad kN/m^2}$$

##### **Combinazione fondamentale SLU**

$$q = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_{Q1} \times Q_1 = (1,3 \times 2,05 \text{ kN/m} + 1,5 \times 1,20 \text{ kN/m} + 1,5 \times 3,0 \text{ kN/m}) \times 0,9 \cong \mathbf{8,0685 \text{ kN/m}}$$

Attraverso l'utilizzo del programma Verifica CA agli Stati Limite Ultimi (VCASLU) del Prof. Gelfi, ed in base alle caratteristiche geometriche ed all'armatura presente determino il Momento resistente massimo da cui poi potrò ricavare il carico limite applicabile e/o sopportabile dal solaio.

**Titolo:** Solaio 3 seminterrato Boschetto

N° figure elementari: 2 Zoom      N° strati barre: 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	90	4
2	15	25

N°	As [cm²]	d [cm]
1	4,02	26

**Tipologia Sezione:**  
 Rettan.re     Trapezi  
 a T             Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni:**  
 S.L.U.    Metodo n

N<sub>Ed</sub>: 0 kN  
 M<sub>xEd</sub>: 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub>: 0

**P.to applicazione N:**  
 Centro     Baricentro cls  
 Coord.[cm]    xN: 0    yN: 0

**Metodo di calcolo:**  
 S.L.U.+     S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipologia flessione:**  
 Retta     Deviata

**Materiali:**  
**FeB32k:** ε<sub>su</sub> 67,5‰, f<sub>yd</sub> 273,9 N/mm², E<sub>s</sub> 200.000 N/mm², E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15, ε<sub>syd</sub> 1,37‰, σ<sub>s,adm</sub> 155 N/mm²  
**C20/25:** ε<sub>c2</sub> 2‰, ε<sub>cu</sub> 3,5, f<sub>cd</sub> 11,33, f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8, σ<sub>c,adm</sub> 8,5, τ<sub>co</sub> 0,5333, τ<sub>c1</sub> 1,686

M<sub>xRd</sub>: 28,01 kNm  
 σ<sub>c</sub>: -11,33 N/mm²  
 σ<sub>s</sub>: 273,9 N/mm²  
 ε<sub>c</sub>: 3,5‰  
 ε<sub>s</sub>: 65,22‰  
 d: 26 cm  
 x: 1,324    x/d: 0,05093  
 δ: 0,7

N° rett.: 100  
 Calcola MRd    Dominio M-N  
 L<sub>o</sub>: 0 cm    Col. modello

Precompresso

Da cui si deduce che  $M_{xRd} = 28,01 \text{ kNm}$  Ricordando che  $L = 4,0 \text{ m}$  e che  $M_{\max+} = \frac{q \cdot l^2}{14,2}$

Ricavo che  $q_{xRd} = \frac{14,2 \cdot M_{xRd}}{l^2} = \frac{14,2 \cdot 28,01}{4,00^2} = 24,85 \text{ kN/m}$

Da cui si ricava che  $q_{xRd} > q \rightarrow 24,85 > 8,0685$  **OK VERIFICATO**

### VERIFICA A TAGLIO

Per la verifica a taglio si è utilizzato il metodo del traliccio ad inclinazione variabile, si è calcolata la resistenza a Taglio  $V_{rd1}$  in assenza di armatura e la si è confrontata con il valore del Taglio massimo risultante dal calcolo.

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

$d$  è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$  è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ( $\leq 0,02$ );

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$  è la tensione media di compressione nella sezione ( $\leq 0,2 f_{cd}$ );

$b_w$  è la larghezza minima della sezione (in mm).

## **RISULTATI**

$$T_{max} = \text{daN } 1614,$$

$$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 7760,71$$

$$V_{rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d = \text{daN } 9534, \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

**Tmax < Vrd1 SEZIONE VERIFICATA**

## VERIFICA S.L.E. SOLAIO S3 BOSCHETTO

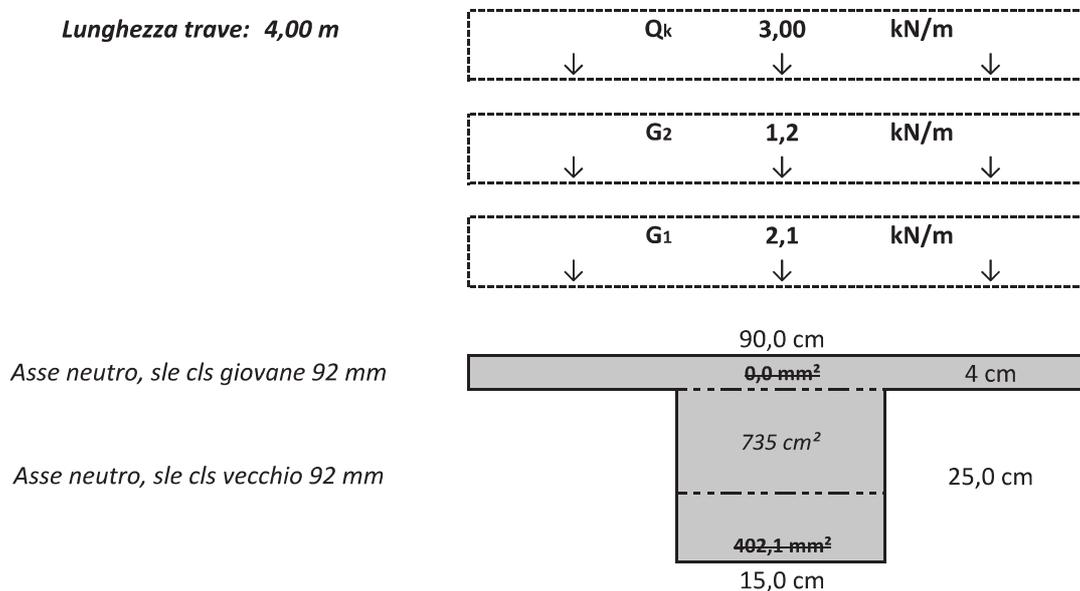
### 1-Geometria, definizione dei carichi e dei materiali utilizzati.

Larghezza della base superiore	b	900	mm
Larghezza della base inferiore	b <sub>w</sub>	150	mm
Altezza della sezione	h	290	mm
Spessore dell'alla	s	40	mm
Spessore copriferro	d'	260	mm
Classe di resistenza del calcestruzzo		C20/25	
Tipo Acciaio		Fe B44k	
Modulo elastico dell'acciaio	E <sub>s</sub>	210000	Mpa
Lunghezza della trave (app-app)	L	4	m
Carico Permanente strutturale	G <sub>1</sub>	2,050	kN/m <sup>2</sup>
Carico Permanente non strutturale	G <sub>2</sub>	1,200	kN/m <sup>2</sup>
Carico folla	Q <sub>k</sub>	3,000	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione caratteristica		6,34	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione frequente		5,43	kN/m <sup>2</sup>
M <sub>ed</sub> combinazione quasi permanente		5,12	kN/m <sup>2</sup>
La condizione ambientale è:		ordinaria	

### 2-Armature utilizzate

Rete elettrosaldata	φ 0	/ 20,0 cm		
Armatura Superiore	φ 10	φ 12	φ 14	As, inserita
				0,0 mm <sup>2</sup>
Armatura Inferiore	φ 8	φ 12	φ 16	As, inserita
	0	0	2	402,1 mm <sup>2</sup>

### 3-Riepilogo



#### 4-Resistenze dei materiali

Rck	25	N/mm <sup>2</sup>
fck	20,75	N/mm <sup>2</sup>
fcđ	13,83	N/mm <sup>2</sup>
fctm	2,27	N/mm <sup>2</sup>
fctk	1,59	N/mm <sup>2</sup>
fbđ	2,38	N/mm <sup>2</sup>
fyđ	373,91	N/mm <sup>2</sup>

#### 5-Verifiche allo stato limite di esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche, per la sezione di mezzeria:

I-Verifica di deformabilità

II-Verifica delle tensioni di esercizio

III-Verifica di fessurazione

#### 5.1-Sezione Totalmente Reagente

Calcestruzzo nuovo, sezione totalmente reagente	n	7,0	-
	y	92	mm
	Ec	30200	Mpa
	J1	59731	cm <sup>4</sup>
	W1	652	cm <sup>3</sup>
	P,sle carat.	6,25	kN/m
	Med	6,34	kNm
	Mcr	8,19	kNm
	f1	1,2	mm
	f	<b>1,2</b>	mm
	fmax	16,0	mm
	f ≤ fmax	verificato 1/250	
	σc	-0,97	Mpa
σc ≤ 0,6 fck	VERIFICATO		
σs	-4,55	Mpa	
LA SEZIONE NON SI FESSURA (STADIO 1)			

#### 5.2-Verifiche per il calcestruzzo Giovane, in combinazione caratteristica

Calcestruzzo nuovo	n	7,0	-
	P,sle carat.	6,25	kN/m
	Med	6,34	kNm
	J1	59731	cm <sup>4</sup>
	Mcr	8,19	kNm
	y	92	mm
	d,virt		mm
	ηs		mm
	As		mm <sup>2</sup>
	Ec	30200	Mpa
	J2		cm <sup>4</sup>
	f1	1,2	mm
	f2		mm
	f	<b>1,2</b>	mm
	fmax	16	mm
	f ≤ fmax	verificato 1/250	
	σc	-0,97	Mpa
σc ≤ 0,6 fck	VERIFICATO		
σs	-4,55	Mpa	
σs ≤ 0,8 fyk	VERIFICATO		
LA SEZIONE NON SI FESSURA (STADIO 1)			
FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE GIOVANE:		NO	

### 5.3-Verifiche per il calcestruzzo Giovane, in combinazione frequente

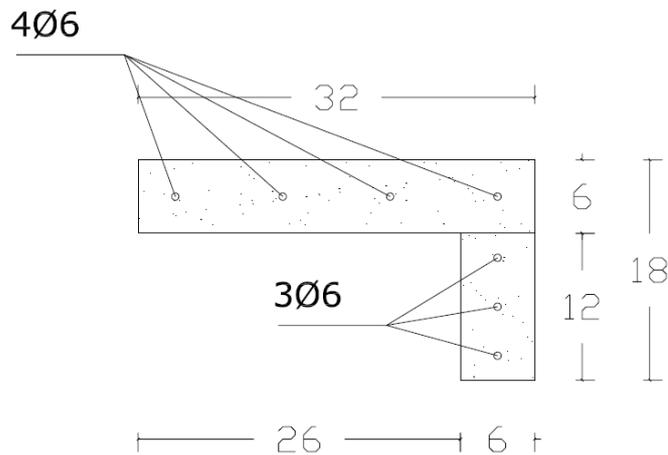
<b>Calcestruzzo nuovo</b>	<b>n</b>	7,0	-
	<b>P<sub>,sle freq</sub></b>	4,75	kN/m
	<b>M<sub>ed</sub></b>	5,43	kNm
	<b>J<sub>1</sub></b>	59731	cm <sup>4</sup>
	<b>M<sub>cr</sub></b>	8,19	kNm
	<b>y</b>	92	mm
	<b>d<sub>,virt</sub></b>		mm
	<b>η<sub>s</sub></b>		mm
	<b>A<sub>s</sub></b>		mm <sup>2</sup>
	<b>E<sub>c</sub></b>	30200	Mpa
	<b>J<sub>2</sub></b>		cm <sup>4</sup>
	<b>σ<sub>c</sub></b>	-0,83	Mpa
	<b>σ<sub>s</sub></b>	-3,89	Mpa
	<b>w<sub>d</sub></b>	0,00	mm
	<b>w<sub>lim</sub></b>	0,40	mm
	<b>w<sub>d</sub> ≤ w<sub>lim</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>	
	<b>LA SEZIONE NON SI FESSURA (STADIO 1)</b>		
<b>FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE GIOVANE:</b>		<b>NO</b>	

### 5.4-Verifiche per il calcestruzzo Vecchio, in combinazione quasi permanente

<b>Calcestruzzo vecchio</b>	<b>n</b>	25,3	-
	<b>P<sub>,sle quas. Perm</sub></b>	4,15	kN/m
	<b>M<sub>ed</sub></b>	5,12	kNm
	<b>J<sub>1,vecchio</sub></b>	62288	cm <sup>4</sup>
	<b>M<sub>cr</sub></b>	8,19	kNm
	<b>y</b>	92	mm
	<b>d<sub>,virt</sub></b>		mm
	<b>η<sub>s</sub></b>		mm
	<b>A<sub>s</sub></b>	402	mm <sup>2</sup>
	<b>E<sub>c,vec</sub></b>	8297	Mpa
	<b>J<sub>2</sub></b>		cm <sup>4</sup>
	<b>f<sub>1</sub></b>	2,7	mm
	<b>f<sub>2</sub></b>		mm
	<b>f</b>	<b>2,7</b>	mm
	<b>f<sub>max</sub></b>	16	mm
	<b>f ≤ f<sub>max</sub></b>	<b>verificato 1/250</b>	
	<b>σ<sub>c,nuovo</sub></b>	-0,75	Mpa
	<b>σ<sub>c</sub> ≤ 0,45 f<sub>ck</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>	
	<b>σ<sub>s, nuovo</sub></b>	-3,52	Mpa
	<b>w<sub>d</sub></b>	<b>0,00</b>	mm
<b>w<sub>lim</sub></b>	0,30	mm	
<b>w<sub>d</sub> ≤ w<sub>lim</sub></b>	<b>VERIFICATO</b>		
<b>LA SEZIONE NON SI FESSURA (STADIO 1)</b>			
<b>FESSURAZIONE IMPOSTA NELLA SEZIONE VECCHIA:</b>		<b>NO</b>	

## SCALA INTERNA

Trattasi di scala formata da gradini prefabbricati (alzate e pedate) incastrate nelle murature perimetrali con pianerottoli intermedi gettati in opera e sostenuti da murature e travi in ca. Sono state eseguite delle prove sclerometriche e si sono eseguiti altresì dei sondaggi per verificare le armature presenti per poter così procedere alla verifica.



## ANALISI DEI CARICHI

Vanno considerati i carichi agenti su una striscia di 0,32 m.

### **carico permanente $G_1$ (pesi strutturali)**

$$\text{Calcestruzzo} = (0,32 \times 0,06 + 0,12 \times 0,06) \times 25 = \quad \mathbf{0,66} \quad \mathbf{kN/m}$$

$$\text{carico accidentale scuole } Q_1 = 4,00 \times 0,32 = \quad \mathbf{1,28} \quad \mathbf{kN/m}$$

### **Combinazione fondamentale SLU**

$$q = \gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times G_2 + \gamma_{Q1} \times Q_1 = 1,3 \times 0,66 \text{ kN/m} + 1,5 \times 1,28 \text{ kN/m} \cong \mathbf{2,778 \text{ kN/m}}$$

Tenuto conto che la scala è larga 1,20 m il momento generato dal carico agli S.L.U. è:

$$M_{Ed} = -\frac{q \times l^2}{2} = -\frac{2,778 \times 1,20^2}{2} = \mathbf{-2,0 \text{ kNm}}$$

Attraverso l'utilizzo del programma Verifica CA agli Stati Limite Ultimi (VCASLU) del Prof. Gelfi, ed in base alle caratteristiche geometriche ed all'armatura presente determino il Momento resistente massimo  $M_{Rd}$

**Titolo:** Scala Boschetto

N° Vertici:  Zoom      N° barre:  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
2	0	18
3	32	18
4	32	0
5	26	0
6	26	12

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
3	0,2827	20	15
4	0,2827	29	15
5	0,2827	29	11
6	0,2827	29	7
7	0,2827	29	3

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re    Trapezi  
 a T    Circolare  
 Rettangoli    Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.    Metodo n

**P.to applicazione N**  
 Centro    Baricentro cls  
 Coord.[cm]   xN    yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+    S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta    Deviata

**Materiali**  
**FeB22k**   **C25/30**  
 $\epsilon_{su}$   ‰    $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²    $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²    $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_3/E_c$      $f_{cc}/f_{cd}$   [?]  
 $\epsilon_{syd}$   ‰    $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²    $\tau_{co}$   N/mm²  
     $\tau_{c1}$   N/mm²

$M_{xRd}$   kNm

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x    x/d   
     $\delta$

**Calcola MRd**   **Dominio M-N**  
 L<sub>o</sub>  cm   **Col. modello**  
 Precompresso

Da cui si evince che

$$M_{Rd} = -3,541 \text{ kNm} > M_{Ed} = -2,0 \text{ kNm}$$

Seppure dai calcoli si possa evincere che la scala risulti idonea a sopportare i carichi sufficienti al suo utilizzo, mi pare opportuno segnalare che le oscillazioni evidenti sotto carico siano tali da comprometterne a lungo andare la funzionalità; inoltre va anche segnalato che le dimensioni geometriche e l'armatura rilevata non rientrano nei parametri richiesti dall'EC2- 4.4.3 1(stato limite di deformazione) e indicati dal prospetto 4.14.

Alla luce di ciò appare pertanto opportuno prevedere in futuro, un adeguato intervento di rinforzo/irrigidimento, realizzando per esempio una travatura in acciaio a ginocchio.

## CONCLUSIONI

Tutti gli aspetti considerati e tutte le valutazioni adottate forniscono ragionevoli motivi per ritenere l'edificio scolastico di cui la presente è relazione di calcolo, idoneo per le normative vigenti.

Tanto dovevasi relazionare.

Cappella De' Picenardi lì 06 giugno 2016

IL TECNICO

Dr. Ing. Gianluca Tomaselli



A circular professional seal of the Order of Engineers of Cremona. The seal contains the text: "ORDINE DEGLI INGEGNERI", "Dott. Ing. TOMASELLI GIANLUCA", "Albo n. 903", and "CREMONA". The seal is stamped over a handwritten signature in black ink.

---