

COMUNE DI ORISTANO

PROVINCIA DI ORISTANO

PROGETTO FTE-ESECUTIVO Manutenzione straordinaria ed adeguamento normativo della scuola primaria di Via Bellini in Oristano

PROGETTISTA

Ing. Giordano Fadda



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA CAGLIARI
Dott. Ing. Giordano Fadda

COLLABORATORI

TITOLO DELLA TAVOLA

SPECIALIZZAZIONE

NUMERO TAV.

Relazione Generale

rev.01

Architettura Cantieri

Strutture Topografia

Impianti Particolari

Codice Archivio

Data: Agosto 2023

**A.
01**

EMISSIONI / REVISIONI

Rev	Zona	Descrizione	Eseg.	Verif.	Approv.	Data	RESP. DEL PROCEDIMENTO
1							Geom. Maurizio Putzolu
2							COMMITTENTE Comune di Oristano
3							
4							



Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 1 di 20

1	Premessa.....	2
2	Inquadramento geografico	2
3	Descrizione dell'immobile e analisi storica.....	4
4	Prove strumentali e di carico eseguite	10
5	Rilievo Fotografico	13
6	Analisi della Vulnerabilità sismica	16
7	Proposta progettuale	17
8	Accessibilità, sicurezza e manutenzione dell'opera	19
9	Relazioni specialistiche	19
10	Piano particellare di esproprio.....	19
11	Variazioni delle opere progettate	19
12	Quadro economico	19
13	Allegato A	

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 2 di 20

1 Premessa

Il sottoscritto, Ing. Giordano Fadda libero professionista iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Cagliari con n. 5956, è stato incaricato dal Comune di Oristano per la progettazione di Fattibilità Tecnica Economica ed Esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, la direzione lavori e la contabilità per l'attuazione della manutenzione straordinaria ed adeguamento normativo e per l'esecuzione del servizio di indagini sismiche e l'emissione del certificato di idoneità statica della Scuola Primaria di via Bellini in Oristano.

Il progetto è stato sviluppato nel pieno rispetto delle prescrizioni normative in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e della normativa tecnica vigente in materia di vulnerabilità sismica ed efficientamento energetico. I materiali scelti per il progetto garantiscono elevati standard di qualità e durabilità nel rispetto anche del Ciclo di Vita Sostenibile.

Il presente progetto Esecutivo è redatto secondo il Decreto legislativo n. 36 del 31 marzo 2023, di cui all'art. 41 e all'allegato 1.7.

2 Inquadramento geografico

Oristano è un comune di 30.618 abitanti capoluogo della provincia omonima, nella subregione storica del Campidano di Oristano.

Il territorio confina a nord, con il territorio dei Comuni di Cabras, Nurachi, Baratili San Pietro, Zeddiani, Siamaggiore, a ovest, con il territorio del comune di Simaxis, Villaurbana, a sud, con i territori di Santa Giusta e Palmas Arborea, ad est, con il Mare Mediterraneo.

Il centro abitato di Oristano si sviluppa nel centro della vasta pianura del campidano oristanese, a soli 5 m. sopra il livello del mare.

Nonostante la vicinanza al mare e la sua posizione su un territorio prevalentemente paludoso e sabbioso, il territorio del comune di Oristano dal punto di vista morfologico, è il risultato di movimenti vulcanici che hanno lasciato una vasta presenza di rocce laviche e tracce di attività termali (Fordongianus).

L'area di intervento è relativa all'istituto di istruzione primaria sito in via Bellini, costituito dall'edificio scolastico e da una palestra.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 3 di 20



Figura 1_Inquadramento cartografico con individuazione dell'Istituto scolastico

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 4 di 20



Figura 2_Vista aerea da Sardegna FotoAeree

Lo strumento urbanistico in vigore dal 13/09/2017 nel Comune di Oristano è il Piano Urbanistico Comunale, e in base a questo l'edificio ricade in zona S1 ed è circondata dal centro urbano della zona B.

Gli interventi di progetto sono stati studiati con il fine di garantire tempi di ritorno dell'investimento ridotti e commisurati all'entità dell'investimento. Sono state studiate soluzioni che consentano di ottenere risparmi energetici e benefici in termini di sicurezza.

3 Descrizione dell'immobile e analisi storica

La scuola sorge su un'area di circa 8000 mq, delimitata longitudinalmente, sui lati Nord-Ovest da via D. Cimarosa, via su cui sono ubicati i due ingressi alla scuola e della palestra; sui lati Sud-Ovest da uno spazio verde alberato; sui lati Nord-Est da un grande cortile cementato adibito a parcheggi che termina sulla via Rossini; sul lato Sud-Est da via Bellini su cui si trova la facciata principale della scuola con i due ingressi principali.

Essa si compone da 3 corpi di fabbrica disposti a "C" e 1 corpo di fabbrica indipendente adibito a palestra. L'edificio di dimensioni maggiori, è a due piani fuori terra e con forma ad C comprendente tutto sullo stesso livello al Piano Terra n. 13 aule scolastiche, n. 1 laboratorio artistico, Aula attività motoria, n. 3 corridoi lungo la C, n. 5 vani servizi compresi gli archivi, 1 corpo per servizi igienici al centro della C, due

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 5 di 20

corpi scala e 2 hall di ingresso, 5 uffici per la segreteria e amministrazione; al Piano Primo n. 12 aule, n. 6 laboratori, 1 biblioteca, 1 aula magna e 1 corpo per servizi igienici come al piano terra.

Il secondo corpo è costituito dalla palestra, spogliatoi, relativi servizi igienici e vani destinati agli impianti.

Il primo progetto della scuola risale al 30 Novembre del 1955 a cura dell'ing. Carlo Bonaso, dove evidenziava la necessità di un nuovo edificio scolastico per l'abitato di Oristano in forte crescita. Il dettagliato progetto del 1955, conservato all'archivio del comune di Oristano, comprendeva una relazione tecnica, 9 tavole dei disegni (piante, sezioni, prospetti, particolari costruttivi), l'analisi prezzi, il computo metrico e il capitolato speciale d'appalto.

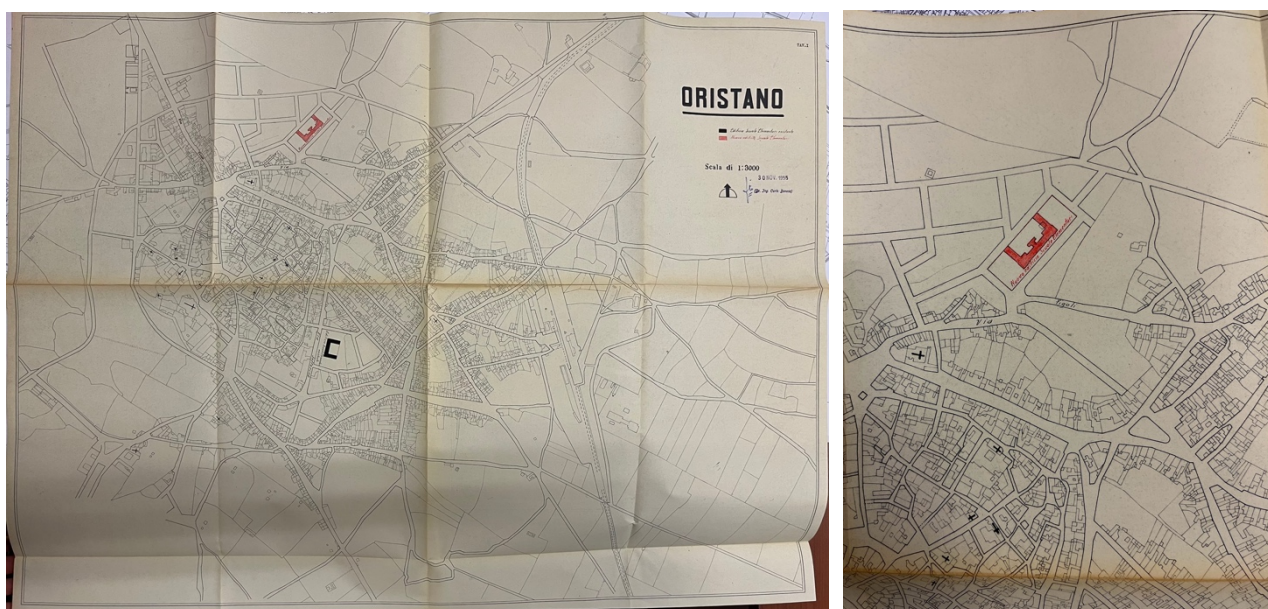


Figura 3 Tav. I di inquadramento del Progetto del 1955

Come indicato nella relazione, la scelta dell'area di progetto ricade in una zona eccentrica a nord-est rispetto all'abitato, attuale centro storico, in cui si prospettava un forte sviluppo edilizio. L'edificio in progetto ricadeva su un'area rettangolare di circa 8000mq comprensiva di spazi liberi per soddisfare le esigenze della scuola. Il complesso venne progettato con un corpo a C sviluppato su due livelli con copertura a terrazza accessibile.

La realizzazione della scuola inizierà solo nel 1957 sempre a cura dell'ing. Carlo Bonese, con la suddivisione in due lotti dell'esecuzione dell'edificio per rispettare il finanziamento concesso dal Ministero. Il primo lotto riguardava la realizzazione dell'ala sud-ovest dell'edificio comprensiva di tutte le strutture, impianti e arredamenti interni della parte sinistra dell'edificio compreso il blocco dei servizi igienici.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 6 di 20

La struttura del primo lotto venne realizzata come da progetto del 1955 con le “fondazioni in calcestruzzo cementizio e murature di pietrame e malta cemenzia”, murature portanti in elevazione di pietrame locale (basalto o trachite) e malta di calce comune e “solai misti in cemento armato con laterizi a camera d’aria” (il c.d. solaio tipo “varese”). Dal computo di progetto (1955) si evince come i solai misti in cemento armato e “laterizi di tipo z a camera d’aria” siano di due tipi di differente altezza, uno dell’altezza complessiva di 37cm e l’altro dell’altezza di 25 cm, e dalle tavole di sezioni e di particolari costruttivi si intende che il primo viene usato nell’ultimo solaio della terrazza e il secondo nel solaio intermedio.

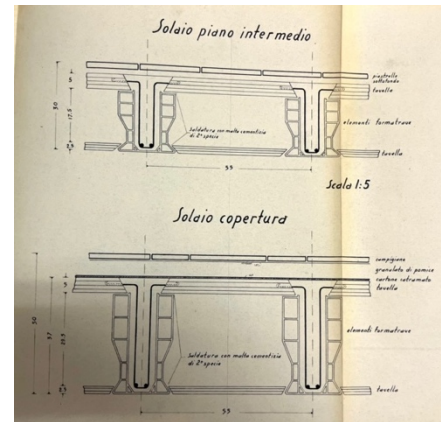


Figura 3_Figura 4 Tav. IX Particolari costruttivi - Solai

L’esecuzione del secondo lotto venne approvato con un secondo finanziamento del Ministero nel 20 Marzo del 1960 per il completamento della parte destra dell’edificio durante l’ultimazione del primo lotto.

Anche nella realizzazione del secondo lotto vennero rispettate le indicazioni del progetto per l’esecuzione delle strutture. L’unica differenza sostanziale la si ritrova nelle fondazioni che vennero realizzate di dimensioni maggiori rispetto al progetto iniziale per migliorare la stabilità della struttura.

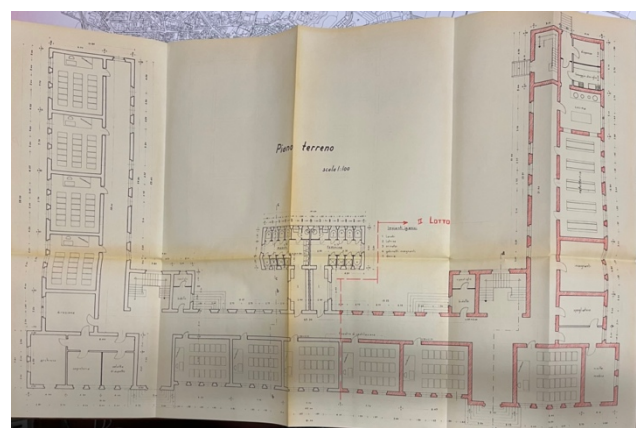
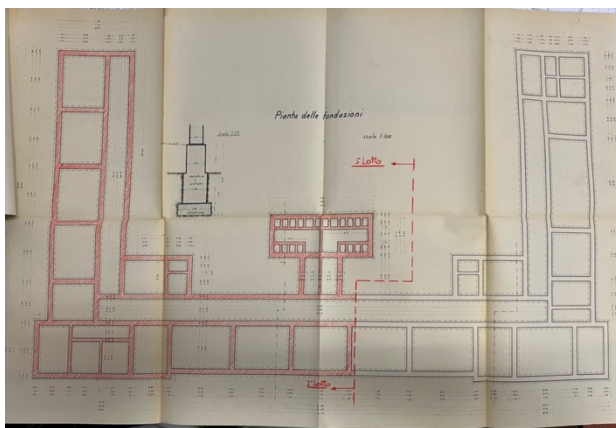


Figura 4_Tav. I del Progetto esecutivo del 1957 Lotto I (sinistra) e del Progetto esecutivo del 1960 Lotto II (destra)

Il 9 Luglio del 1975 venne approvato il progetto per la realizzazione di una palestra coperta annessa alla scuola elementare, a cura dell’ing. Mario Zonchello. L’area di progetto venne individuata nel cortile interno della scuola sulla via Cimarosa. Oltre alla palestra venne progettato anche un ulteriore spazio

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 7 di 20

destinato agli spogliatoi e altri spazi a servizio della scuola da realizzarsi in un successivo momento.

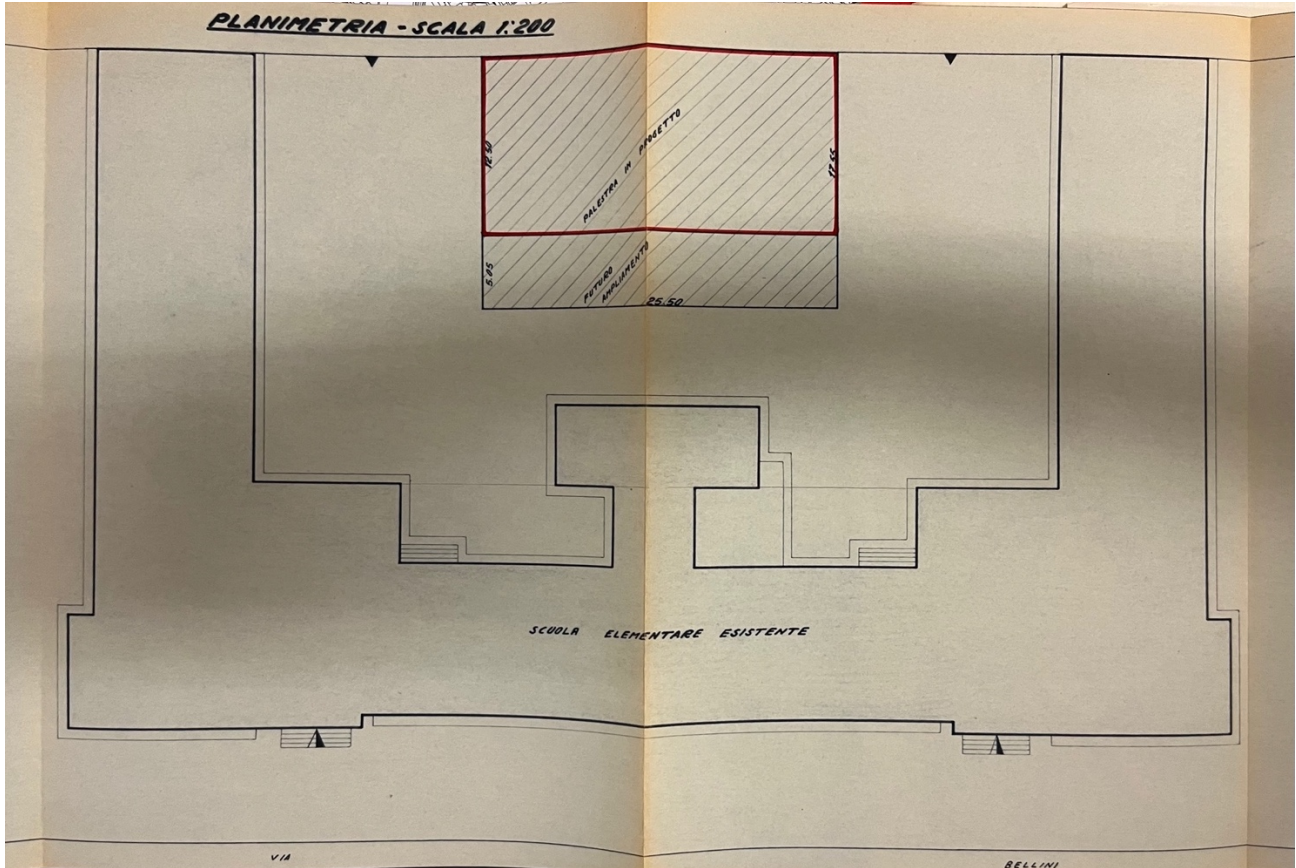


Figura 5_Tav. I d'inquadramento del Progetto del 1975 per la Costruzione di una Palestra coperta

La palestra venne progettata con una struttura di tipo metallico formata da pilastri HEB e capriate metalliche, e fondazioni a plinti isolati in cemento armato con piastra di attacco per i pilastri metallici e travi reggimuro per le tamponature.

Nel Novembre del 1975 venne iniziata la costruzione della palestra come viene riportato dalla convocazione fatta dall'ing. Zonchello all'impresa Palmas Francesco a recarsi nell'ufficio comunale per la consegna dei lavori, iniziati effettivamente dopo il contratto n°385 di Rep. del 24 Gennaio 1976.

Le strutture sono progettate con una struttura metallica di pilastri HEA e capriate in struttura reticolare metallica. Il perimetro della palestra è definito a destra da una muratura in calcestruzzo armato che ingloba i pilastri e nelle altre pareti da muratura di tamponamento in blocchetti di cemento forati 20x20x40. La copertura invece è rivestita sotto da un sistema in pannelli di cartongesso collegato alle capriate, mentre

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 8 di 20

sopra da un sistema di lastre in cemento amianto, oggi non più conformi e sicure rispetto alla normativa vigente.

Da un verbale dell'ing. Zonchelli datato il 28 febbraio 1978 si evince che i lavori della palestra sono terminati con un'economia più di 4 milioni di Lire, con la quale l'ingegnere chiese all'amministrazione di

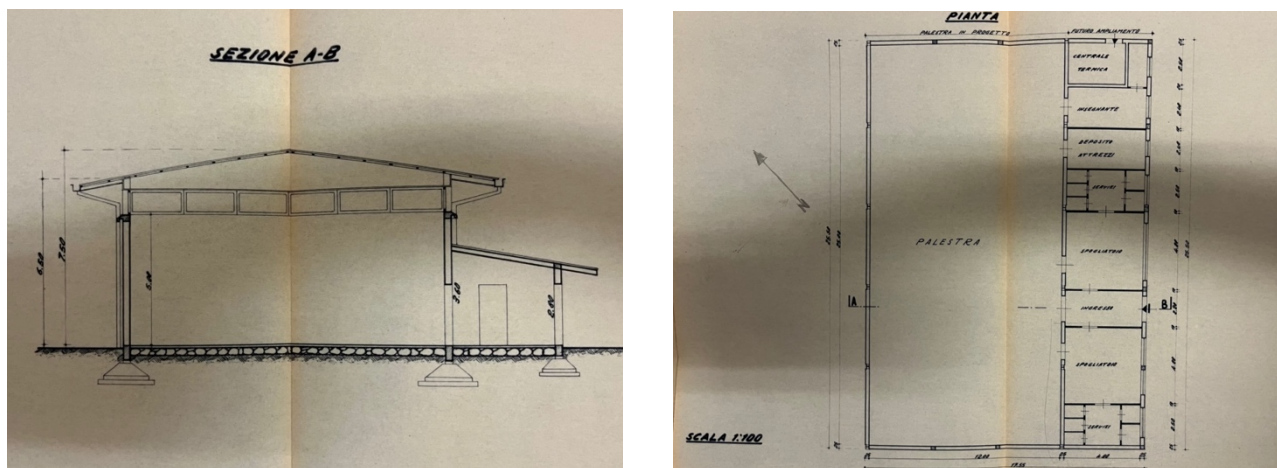


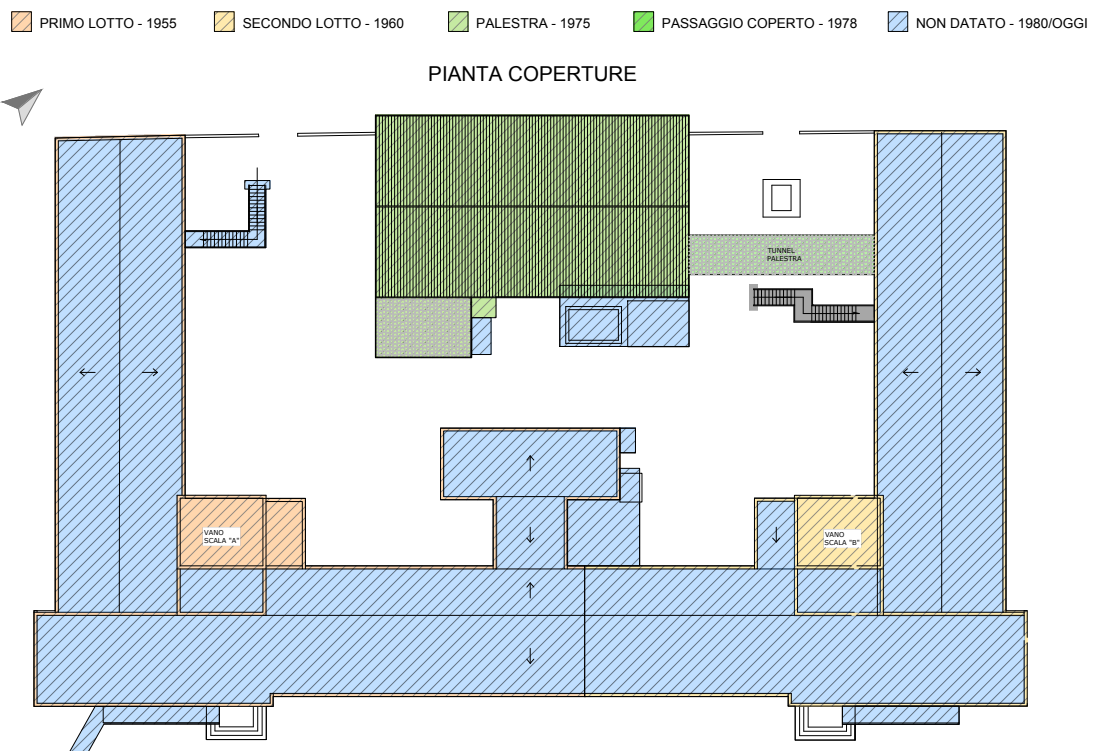
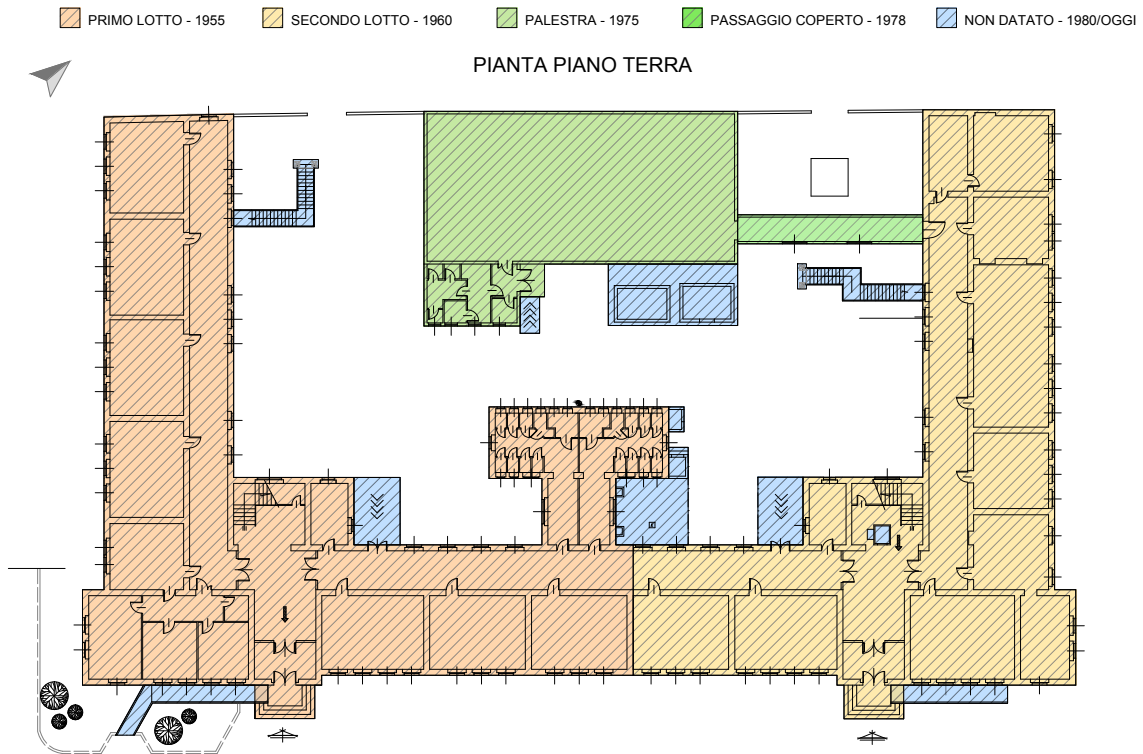
Figura 6_ Tav. I d'inquadramento del Progetto del 1975 per la Costruzione di una Palestra coperta

Oristano di soddisfare le richieste della scuola realizzando un passaggio coperto di collegamento tra la scuola e la palestra. Così venne approvato il progetto presentato lo stesso giorno per la realizzazione di un passaggio coperto realizzato in muratura portante in pietrame e solaio misto in travetti prefabbricati e laterizio.

Successivamente sono stati eseguiti regolari interventi di manutenzione straordinaria sia degli elementi edilizi che degli impianti. Nel Giugno del 2018 sono state eseguite delle indagini diagnostiche per consentire opere di ristrutturazione delle strutture secondo il progetto dell'ing. Vigilante. In particolare, è stata sistemata la copertura della scuola che aveva subito dei danni a seguito delle forti piogge, creando infiltrazioni e umidità ai soffitti e alle murature sottostanti. Per questo motivo i pannelli di lamiera presenti in coperture (posizionamento non datato) furono tagliati in maniera tale da creare delle adeguate canalizzazioni impermeabilizzate per consentire lo scolo delle acque. Vennero inoltre risanati i solai del piano primo con un sistema di antisfondellamento e il posizionamento di un controsoffitto.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 9 di 20

Si riporta di seguito uno schema grafico dei vari lotti di costruzione.



Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 10 di 20

A partire dai primi anni duemila sono stati attuati diversi interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria non datati riguardanti l'adeguamento dell'edificio scolastico alle nuove disposizioni normative in termini di sicurezza, igiene e agibilità e accessibilità.

4 Prove strumentali e di carico eseguite

Nel 2016 lo studio "Sidoti Engineering s.r.l. Unipersonale" insieme all'ing. Raffaele Vigilanti, incaricati dal Comune di Oristano ha effettuato una serie di indagini sperimentali sulle strutture allo scopo di verificarne l'idoneità. La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a verifica e le modalità d'indagine erano state preventivamente concordate con l'Arch. Vincenzo Sidoti. Il controllo ha interessato 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.

In sito sono state eseguite le seguenti indagini:

- 1) ispezione accurata dei soffitti e dei controsoffitti, delle strutture e della superficie di ancoraggio degli elementi appesi, con lo smontaggio di porzioni di controsoffitto per quanto necessario, al fine di verificare la condizione degli elementi oggetto d'indagine;
- 2) ispezione accurata delle strutture di ancoraggio di ogni elemento non strutturale ancorato ai soffitti e/o controsoffitti posizionati all'interno dei locali accessibili;
- 3) ispezioni visive e rilievo fotografico finalizzati alla rappresentazione dello stato di intradosso dei solai;
- 4) indagini non distruttive mediante battitura manuale finalizzate ad individuare fenomeni di "sfondellamento" e distacco pareti di solaio;
- 5) indagini strumentali sempre finalizzate ad individuare fenomeni di "sfondellamento" in atto;
- 6) saggi esplorativi sulle parti non strutturali dei solai (intonaci, pignatte ecc...). Già un primo impatto visivo con l'ausilio della termocamera ad infrarossi può fornire importanti informazioni sullo stato di salute dei solai.

Le indagini che hanno riscontrato più risultati sono state quella termografica e quella video-endoscopica di cui riportiamo di seguito le informazioni ottenute.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 11 di 20

I solai presenti nel corpo principale dell'istituto sono tutti in latero-cemento del tipo a "varese" così come era previsto da progetto, e dall'analisi termografica è stato possibile capire l'orditura dei solai. A differenza del progetto sono state riscontrate delle aree con un sistema di controsoffitti (pendinatura e pannellatura) sia al piano terra sia al piano primo, in particolare nei bagni e nella palestra. Sono stati analizzati attraverso un'indagine endoscopica 3 punti differenti dei solai dell'istituto: 1 foro nei bagni femminili al piano terra (dove è presente il controsoffitto non ispezionabile), 1 foro nel ripostiglio destro al piano terra, 1 foro nell'andito destro del piano primo.



**Dettaglio endoscopia – Bagni PT - Foro 01 –
Progetto Ing. Raffaele Vigilante - Tavola 08**



**Dettaglio endoscopia - Ripostiglio PT - Foro 02-
Progetto Ing. Raffaele Vigilante - Tavola 08**

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 12 di 20



**Dettaglio endoscopia – Andito PP - Foro 03 –
Progetto Ing. Raffaele Vigilante - Tavola 08**

Dalle indagini è stato elaborato il progetto di manutenzione straordinaria dall'ing. Raffaele Vigilante nel 2018, il quale ha previsto un sistema di controsoffittatura antisfondellamento SICURTECTO 160 REI 60 con capacità portante di risposta flessionale di 160 kg/mq ai sensi della UNI EN 13051-2:2016 su tutto il solaio del piano primo ad esclusione del solo solaio del vano scala.

Sono stati eseguiti interventi di recupero anche sulle coperture della struttura scolastica (ad esclusione della palestra e del tunnel) con il rifacimento dello strato di impermeabilizzazione e del sistema di scolo delle acque. Inoltre, è stata montata anche una linea anticaduta lungo tutto il perimetro della copertura per consentire di eseguire le future manutenzioni ordinarie e straordinarie in sicurezza.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 13 di 20

5 Rilievo Fotografico



Foto Area – Istituto scolastico via Bellini

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 14 di 20



Foto – Tunnel palestra e Palestra

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 15 di 20



Foto – Ingresso da Via Bellini

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 16 di 20



Foto – Ingresso da Via Cimarosa (Palestra)

6 Analisi della Vulnerabilità sismica

La struttura della scuola è in muratura portante con blocchi di pietra e solai in latero cemento del tipo “varese”. La struttura della palestra è in pilastri con muratura di tamponamento in blocchetti di cls e capriate in acciaio con copertura in lastre di cemento-amianto.

In data 29/03/2023, a seguito delle indagini strutturali, sia invasive che non invasive, su tutto l’edificio scolastico son state trasmesse dal sottoscritto le relazioni di calcolo analitico con i risulti relativi ai coefficienti di sicurezza. In particolare, la verifica statica dei solai ha fornito dei coefficienti inferiori all’unità. Per maggiori dettagli si rimanda alle relazioni tecniche di Vulnerabilità Sismica allegate al presente progetto.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 17 di 20

Successivamente, nel Maggio 2023 la Stazione Appaltante con Determinazione del Dirigente Registro Generale n. 452 del 09/05/2023 ha determinato di provvedere ad ulteriori approfondimenti tecnici per valutazione statica delle strutture mediante prove statiche sull'edificio. Le prove sono state affidate alla ditta TECNOINDAGINI SRL con sede in via Monte Sabotino, n. 14, Cusano Milanino (MI). Il tecnico incaricato, Ing. Marco Gallotta, ha certificato che i solai indagati possono considerarsi idonei all'uso attuale, in relazione sia al carico d'uso previsto dalle NTC2018 sia alle condizioni di conservazione rilevate alla data del 23 maggio 2023 (si veda l'allegato A alla presente relazione). La Stazione Appaltante, ovvero il Dirigente Settore Lavori Pubblici e Manutenzione, ha quindi fornito indicazioni sulla volontà di procedere al completamento del solaio antisfondellamento come già eseguito al piano primo con intervento del 2018.

7 Proposta progettuale

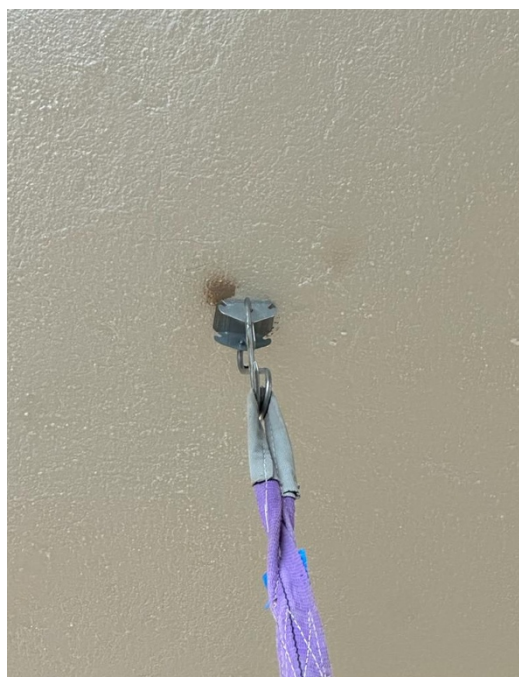
In base al finanziamento messo a disposizione per l'intervento si è proceduto con lo sviluppo di un progetto di manutenzione straordinaria dell'edificio scolastico con i seguenti interventi:

- realizzazione di controsoffitto antisfondellamento sul solaio del piano terra;
- sostituzione dell'attuale impianto di illuminazione del piano terra.

Le problematiche strutturali individuate nella palestra sono da considerarsi eseguibili solo con un ulteriore finanziamento da parte della Stazione Appaltante.

La soluzione scelta prevede l'utilizzo del controsoffitto antisfondellamento tipo SICURTECTO 160 SPORT REI 60, come da tipologia già precedentemente utilizzata nei lavori al piano primo nel 2018. Al fine di assicurare la collaudabilità del sistema proposto, in data 27/07/2023 è stata eseguita anche una prova di carico sui tasselli (prova eseguita a cura dei tecnici della ditta Sicurtecto) con esito positivo. Di seguito si riportano le foto eseguite durante le prove.

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 18 di 20



L'installazione di un nuovo controsoffitto comporta necessariamente la rimozione dell'attuale sistema di illuminazione. Trattandosi di impianto datato, è stata inserita nel presente progetto l'installazione di nuove plafoniere in luogo del rimontaggio di quelle esistenti. È stato quindi eseguito un calcolo illuminotecnico utilizzando le lampade LED con installazione a plafone dimmerabili in grado di fornire una ottimale qualità della luce e una riduzione significativa dei costi energetici e di manutenzione. Inoltre, l'impianto verrà

Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 19 di 20

integrato (in ottemperanza alle vigenti normative in materia di risparmio energetico) con dei sensori e comandi in grado di controllare il livello e l'intensità della luce in base alla giornata e alla luce esterna per evitare eccessivi consumi energetici.

8 Accessibilità, sicurezza e manutenzione dell'opera

L'accessibilità all'area è garantita da un ampio accesso tale da facilitare l'utilizzazione di mezzi (anche carrabili) per l'ordinaria manutenzione degli spazi, evitando barriere di ogni sorta. Inoltre, è sempre garantita, in caso di urgenza e/o emergenza, l'accesso di mezzi di soccorso quali ambulanze e Vigili del Fuoco o Ambulanza.

9 Relazioni specialistiche

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione è stato eseguito un calcolo illuminotecnico a cui si rimanda nella relazione A02_Calcolo illuminotecnico.

Per quanto riguarda le verifiche analitiche strutturali si rimanda alle Relazioni Tecniche di Vulnerabilità Sismica allegate al presente progetto.

10 Piano particellare di esproprio

L'intervento non prevede l'occupazione di aree di proprietà privata e pertanto non è necessario elaborare il piano particellare di esproprio o delle occupazioni temporanee.

11 Variazioni delle opere progettate

Le eventuali modifiche, nonché le varianti, del contratto di appalto potranno essere autorizzate dal RUP con le modalità previste dall'ordinamento della stazione appaltante cui il RUP dipende e potranno essere attuate senza una nuova procedura di affidamento nei casi contemplati dal Codice dei contratti, all'art. 120, comma 1, lett. a. A riguardo, il progetto prevede già opere realizzabili dettagliatamente descritte e stimate nell'elaborato C.07.

12 Quadro economico

Le suddette lavorazioni sono state computate utilizzando il prezzario della Regione Sardegna edizione 2022. Per le categorie di lavoro non previste in tale prezzario, sono stati definiti una serie di N.P. sulla base di costi di mercato già impiegati in precedenti ed analoghe lavorazioni. A partire dai singoli prezzi



Committente: Comune di Oristano	File name	A.01_Relazione generale	Rev. 00
Titolo: Relazione generale	Date	01/08/2023	Pagina 20 di 20

ricavati, nel progetto esecutivo è realizzato un computo metrico estimativo della spesa necessaria per la realizzazione degli interventi.

È stato previsto anche un importo per imprevisti, in conformità di quanto previsto dall'art. 5 dell'Allegato I.7 del D.Lgs 36/2023, per far fronte ad esigenze ed opere non prevedibili dall'attuale quadro conoscitivo.

Data – 01/08/2023

Il Tecnico
Ing. Giordano Fadda

ALLEGATO A

PROVE DI LABORATORIO

SU COSTRUZIONI ESISTENTI

Scuola Primaria – Via Bellini
Oristano

COD. B23029

Committente:

Comune di Oristano
Piazza Eleonora
Oristano (OR)



Tel 02 36527601
ufficiotecnico@tecnoindagini.it
www.tecnoindagini.it

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORME DI RIFERIMENTO	3
3. ASPETTI TEORICI	4
4. INQUADRAMENTO DELLE PROVE	6
5. METODOLOGIA D'INDAGINE	7
5.1. Analisi termografica	7
5.1.1. Caratteristiche del metodo	7
5.1.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	7
5.2. Prova di carico mediante Stresslab®	8
5.2.1. Caratteristiche del metodo	8
5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature	8
5.2.3. Modalità di definizione ed applicazione del carico	9
6. PROVE DI CARICO	10
7.1. Prova A	11
7.2. Prova B	12
7.3. Prova C	13
8. RISULTATI DELLE ANALISI	14
8.1. Prova A	15
8.2. Prova B	18
8.3. Prova C	21
9. CONCLUSIONI	24

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dalla Committenza si è proceduto ad eseguire n°3 prove di carico statiche sui solai dell'edificio che ospita la Scuola Primaria sito in Via Bellini a Oristano (OR).

Le indagini sono tese alla verifica della capacità portante dei solai meglio specificati nel seguito, in riferimento alle condizioni di carico previste.

L'esecuzione di una prova di carico statica è basata su una procedura standardizzata che consente di impostare le varie fasi di indagine al fine di garantire la correttezza sia della sollecitazione a cui sottoposto il solaio sia dell'acquisizione dei suoi abbassamenti, necessari alla valutazione del comportamento in opera dell'elemento orizzontale.

Si dovrà pertanto:

- Individuare l'orditura del solaio oggetto della prova;
- Definire lo schema statico in relazione al tipo di connessione con la struttura di elevazione e l'eventuale presenza di elementi rompitratta;
- Determinare il carico da applicare durante la prova, prescindendo dal sovraccarico d'uso definito dalle NTC2018 in relazione al contesto in cui inserito il solaio;
- Registrare gli abbassamenti del solaio in punti rappresentativi per lo studio del comportamento statico.

La corretta esecuzione di ciascuna di queste operazioni permette di validare i risultati dell'analisi e consente di impostare correttamente la successiva fase di valutazione.

Per ogni solaio oggetto di verifica, individuato il campo di prova, si procede all'intradosso con il tracciamento degli allineamenti necessari all'individuazione dei punti in cui posizionare gli strumenti per la misurazione degli abbassamenti. Successivamente, all'estradosso del solaio, viene disposto il serbatoio in corrispondenza degli allineamenti individuati.

Applicando al solaio una sollecitazione incrementale fino al raggiungimento del sovraccarico prestabilito, che successivamente viene progressivamente rimosso, si procede in parallelo all'acquisizione degli spostamenti verticali nei punti indicati lungo gli allineamenti. I dati, registrati sia durante la fase di carico che in quella di scarico, vengono poi elaborati: i valori così ottenuti sono riportati nelle tabelle riepilogative e rappresentati mediante grafici che ne permettono una più rapida lettura.

2. NORME DI RIFERIMENTO

Il metodo di analisi proposto è basato sulle indicazioni tecniche e normative vigenti, in particolare modo alle NTC2018 § 8, che definisce i criteri generali per la valutazione della sicurezza e per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo degli interventi sulle costruzioni esistenti.

I riferimenti inseriti nel testo fanno capo ai seguenti documenti:

NTC 2018: Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018: *"Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni"*, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018 - Suppl. Ordinario n. 8.

CSLP 7: Circolare del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7 del 21 gennaio 2019: *"Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"* di cui al DM 17 gennaio 2018, pubblicata in Gazzetta Ufficiale n. 35 dell'11 febbraio 2019 - Suppl. Ordinario n. 5.

DM 18-12-1975: Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975: *"Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica"*, pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 02 febbraio 1976.

3. ASPETTI TEORICI

Per poter determinare la capacità portante dei solai oggetto di verifica, in ciascun caso si procederà all'esecuzione di una prova di carico statica.

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di		
		5,00	2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizioni nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

Tabella 1 – Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Ogni solaio viene sottoposto all'azione esercitata direttamente da un sovraccarico, il cui valore è definito a partire da quello previsto dalle NTC2018 § 3.1.4. a seconda della categoria d'uso che assolve il

contesto in cui è inserito (Tabella 1), secondo una combinazione di carico rara. L'analisi è completata da un confronto tra la deformabilità dell'elemento ed i valori limite da normativa NTC2018 § 4.2.4.2.2. (Tabella 2).

Il valore totale dello spostamento ortogonale all'asse dell'elemento (Fig. 4.2.3) è definito come

$$\delta_{tot} = \delta_1 + \delta_2 \quad [4.2.60]$$

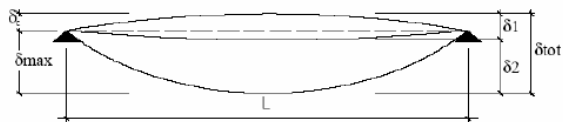


Fig. 4.2.3 -Definizione degli spostamenti verticali per le verifiche in esercizio

essendo:

δ_c la monta iniziale della trave,

δ_1 lo spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti,

δ_2 lo spostamento elastico dovuto ai carichi variabili,

δ_{max} lo spostamento nello stato finale, depurato della monta iniziale = $\delta_{tot} - \delta_c$.

Figura 1 - Definizione degli spostamenti verticali per le verifiche in esercizio

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Tabella 2 - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

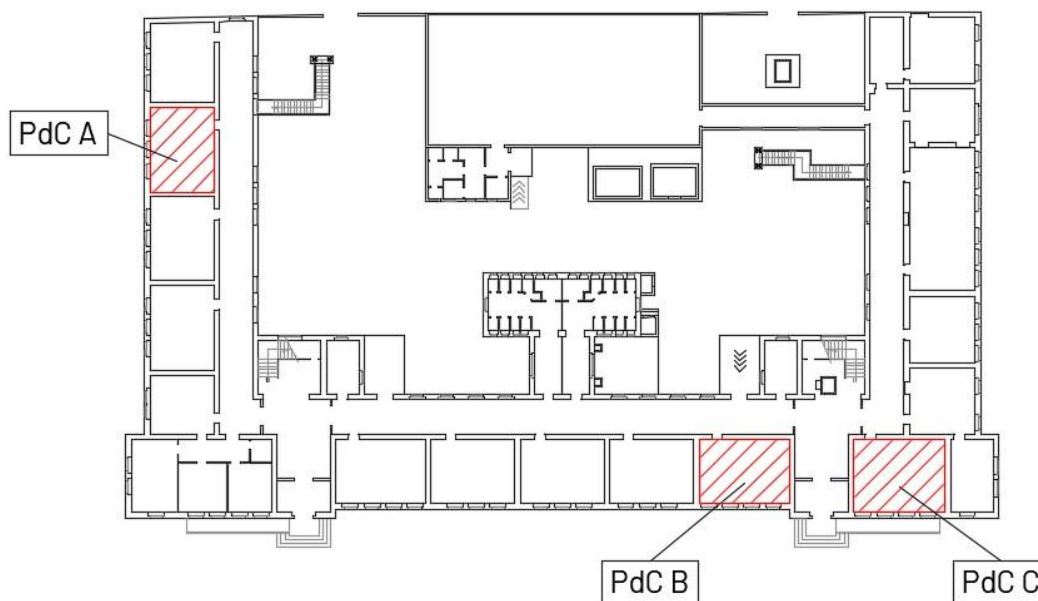
4. INQUADRAMENTO DELLE PROVE

Per ciascuna prova eseguita, in Tabella 3 si riporta la nomenclatura dell'elemento orizzontale e la corrispondente descrizione oltre al valore del sovraccarico d'uso e del carico di prova.

ID Prova	Descrizione	Categoria	Sovraccarico d'uso	Carico di prova
			q_k [kN/m ²]	[kN/m ²]
A	Solaio in laterocemento con travetti ad armatura lenta	C1	3,00	3,20
B	Solaio in laterocemento con travetti ad armatura lenta	C1	3,00	3,20
C	Solaio in laterocemento con travetti ad armatura lenta	C1	3,00	3,60

Tabella 3 - Inquadramento delle prove di carico

Negli schemi planimetrici riportati a seguire vengono evidenziate con una retinatura di colore rosso le zone dell'edificio oggetto delle prove.



Disegno 1 - Impalcato di copertura del piano terra - Individuazione delle prove

5. METODOLOGIA D'INDAGINE

5.1. Analisi termografica

Al fine di poter individuare le differenti tipologie costruttive impiegate per la realizzazione degli impalcati del fabbricato, viene condotta una analisi visiva preliminare degli intradossi degli orizzontamenti che si basa sullo sfruttamento della tecnica di osservazione ad infrarossi. Questa analisi consente di operare una prima distinzione delle tipologie di solaio, principalmente in relazione alla tramatura osservata, ovvero alla scansione definita dell'orditura portante in relazione alla distanza e alla larghezza dei travetti. Ulteriori elementi che possono offrire riscontri per l'individuazione delle tipologie costruttive sono, ad esempio, la presenza di elementi rompitratta trasversali o il grado di nitidezza dei bordi dei travetti. Ciò può avvenire grazie alla sensibilità di misurazione dello strumento, che dà la possibilità di distinguere con colorazioni differenti, zone che ammettono temperature superficiali diverse.

5.1.1. Caratteristiche del metodo

L'analisi termografica consente la rappresentazione dell'andamento della temperatura sulle superfici, basandosi sulla lettura delle radiazioni emesse nella banda dell'infrarosso da corpi sottoposti a sollecitazione termica. L'energia radiante è funzione della temperatura superficiale dei materiali, a sua volta condizionata dalla conducibilità termica e dal calore specifico, che esprimono in termini quantitativi l'attitudine del materiale stesso a trasmettere il calore. Per effetto dei differenti valori di questi parametri, specifici per ciascun materiale, i diversi componenti di un manufatto assumeranno differenti temperature sotto l'azione di sollecitazioni termiche. Tale caratteristica è sfruttata dalla termografia per visualizzare, con appositi sistemi, i differenti comportamenti termici dei materiali. Pertanto, la radiazione rilevata dalla termocamera non dipende unicamente dalla temperatura superficiale del manufatto inquadrato, ma è strettamente influenzata dalla sua emissività, ovvero dalla quantità di radiazione termica emessa, comparata con 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 visibili con la termocamera ad infrarossi sono elaborate in modo tale da poter minimizzare l'interferenza dei fattori climatici: risulta particolarmente importante impostare e bilanciare correttamente la temperatura ambiente.

5.1.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

- Campo di misura della temperatura da -20 °C a $+120\text{ °C}$
- Frequenza di immagine: 30 Hz
- Sensibilità termica (NETD) $50\text{ mK @ }+30\text{ °C}$
- Risoluzione spaziale a 45° : $1,23\text{ mRad}$
- Tipo di sensore: Focal Plane Array (FPA), microbolometro non raffreddato 640×480 pixels, vanadium oxide
- Campo spettrale da $7,8$ a $14\text{ }\mu\text{m}$

5.2. Prova di carico mediante Stresslab®

La prova di carico statica ha come finalità quella di permettere lo studio del comportamento di un elemento orizzontale, quale il solaio, sottoposto all'azione di un carico applicato e successivamente rimosso con incrementi e decrementi progressivi e noti. Secondo NTC2018 §9.2, al fine di poter considerare idoneo il comportamento dell'elemento sottoposto alla prova, si dovrà osservare che:

- Le deformazioni accrescono all'incirca proporzionalmente ai carichi
- Nel corso della prova non si siano prodotte fratture, fessurazioni, deformazioni o dissesti che compromettono la sicurezza o la conservazione dell'opera
- La deformazione residua dopo la prima applicazione del carico massimo non superi una quota parte di quella totale commisurata ai prevedibili assestamenti iniziali di tipo anelastico della struttura oggetto della prova
- La deformazione elastica non risulti maggiore di quella calcolata

5.2.1. Caratteristiche del metodo

Gli abbassamenti vengono rilevati all'intradosso dell'elemento caricato mediante utilizzo di trasduttori di spostamento di tipo resistivo con ritorno a molla, disposti in modo tale da poter misurare gli spostamenti maggiormente significativi, che fungeranno da input per le successive analisi. I trasduttori (o sensori) sono collegati ad una centralina per l'acquisizione dei dati, in grado di registrare in modo continuo e con intervallo regolare, gli spostamenti verticali al variare del sovraccarico imposto. Gli stessi sensori sono fissati meccanicamente all'estremità di aste telescopiche in alluminio con sistema di bloccaggio a morsetto e posti successivamente a contatto con l'intradosso dell'elemento caricato.

5.2.2. Caratteristiche tecniche delle apparecchiature

Trasduttori di spostamento verticale

- Corsa: 50 mm
- Errore di linearità: +/- 0,1 % f.s.

Serbatoio flessibile

- Dimensione impronta di carico: 3,50 x 4,50 m
- Capacità: 10.000 l

5.2.3. Modalità di definizione ed applicazione del carico

Completato il tracciamento degli allineamenti dei sensori, all'estradosso del solaio viene posizionato un serbatoio ad acqua, in modo tale da formare l'impronta di carico definita in fase progettuale; a seguire viene effettuata la taratura degli stessi sensori e quindi avviata la fase di carico. Raggiunto il 100% del carico di prova stabilito, e successivamente ad un intervallo di tempo per la stabilizzazione del solaio, può essere avviata la fase di scarico. Anche al termine di questa seconda fase, la registrazione degli spostamenti verticali viene prolungata al fine di permettere il riassetto del solaio e la valutazione della deformazione residua. In entrambe le fasi della prova, al raggiungimento di livelli di carico prefissati, viene effettuata una lettura degli abbassamenti, verificando istantaneamente l'incremento della deformazione del solaio e l'andamento della curva carico-spostamento.

La prova viene condotta riempiendo il serbatoio sfruttando l'impianto antincendio dell'edificio o in alternativa attingendo da un'autocisterna. La stima della quantità di acqua presente all'interno dello stesso viene effettuata durante lo svolgimento della prova, misurandone l'innalzamento dall'estradosso del solaio.

Il valore del carico di prova è stato calcolato mediante equivalenza delle deformazioni di un'asta in semplice appoggio e carico uniformemente distribuito e della stessa asta con carico distribuito unicamente su un tratto centrale, imponendo che nel primo caso il carico fosse quello definito dalla normativa di riferimento, i cui valori sono riportati in Tabella 1. Il valore così ottenuto è poi amplificato per tenere conto del contributo offerto dalla collaborazione trasversale del solaio.

6. PROVE DI CARICO

In una fase preliminare all'applicazione del carico di prova, vengono posizionate le aste telescopiche ed installati i sensori per la misurazione degli spostamenti verticali del solaio, ponendoli a contatto diretto con il plafone. I sensori sono disposti lungo due allineamenti tra di loro ortogonali: quello principale, avente la medesima direzione dell'orditura portante, permette la misurazione degli abbassamenti del solaio e la determinazione della sua deformata sperimentale. L'allineamento secondario rende invece possibile la stima della capacità di collaborazione trasversale dell'impalcato. Per ciascuna prova, nei paragrafi a seguire si riporta la posizione relativa di ciascun sensore rispetto al centro dell'impronta di carico, riassunta in forma tabellare e rappresenta graficamente.

7.1. Prova A

Posizione sensori							
Sensore	B1	B2	B3	B4	B5	A3	C3
Ascissa x [cm]	0	0	0	0	0	-200	200
Ordinata y [cm]	-285	-150	0	150	275	0	0

Tabella 4 - Individuazione della posizione dei sensori riferita al centro dell'impronta di carico

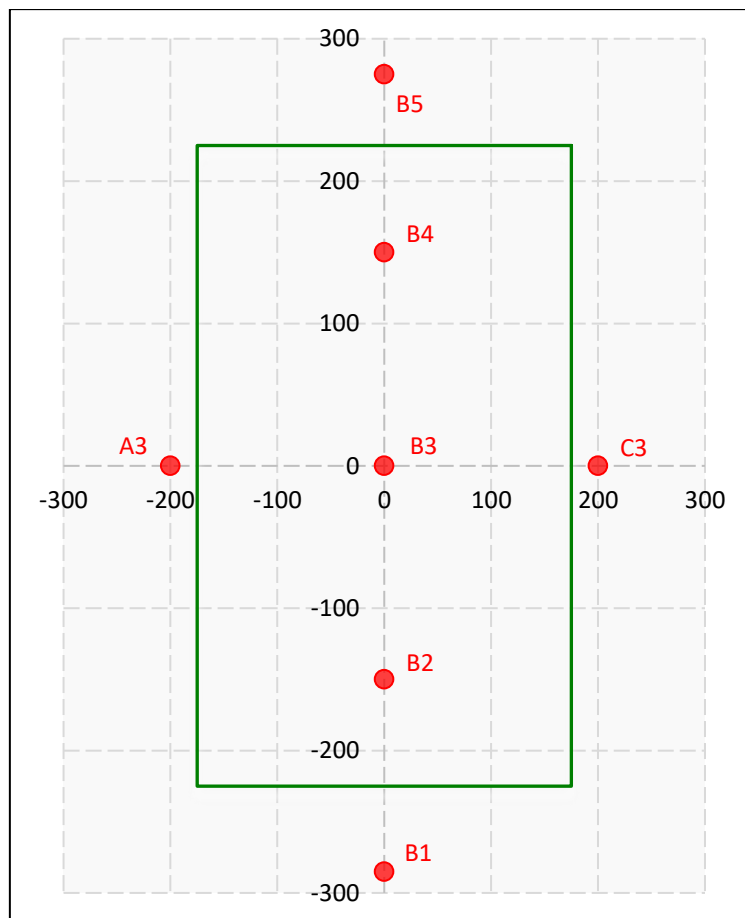


Grafico 1 - Rappresentazione grafica della posizione dei sensori e del serbatoio

7.2. Prova B

Posizione sensori							
Sensore	B1	B2	B3	B4	B5	A3	C3
Ascissa x [cm]	0	0	0	0	0	-200	200
Ordinata y [cm]	-285	-150	0	150	285	0	0

Tabella 5 - Individuazione della posizione dei sensori riferita al centro dell'impronta di carico

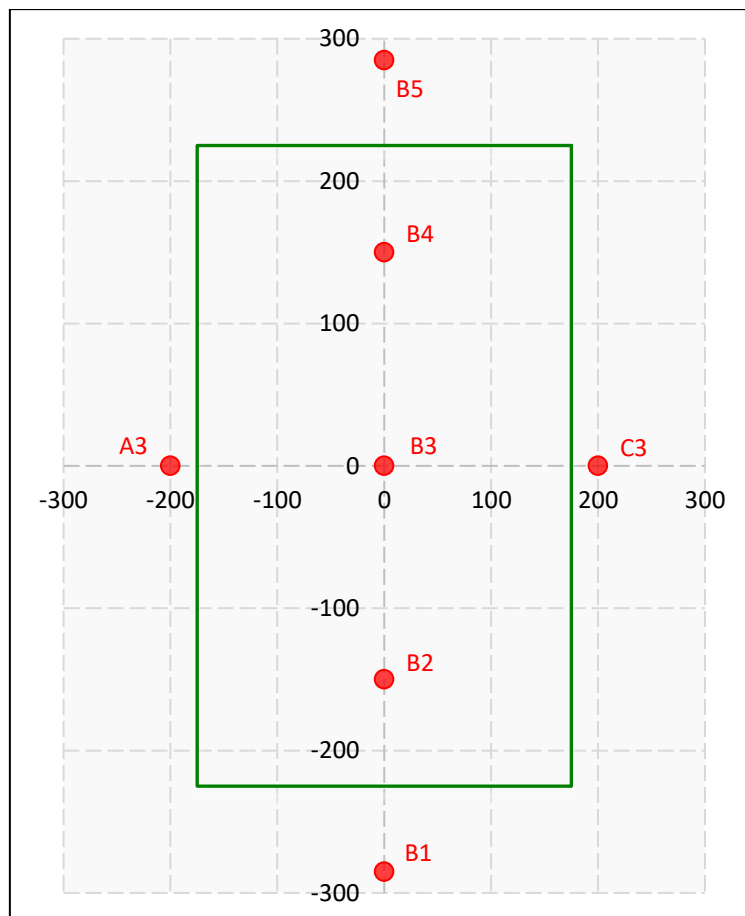


Grafico 2 - Rappresentazione grafica della posizione dei sensori e del serbatoio

7.3. Prova C

Posizione sensori							
Sensore	B1	B2	B3	B4	B5	A3	C3
Ascissa x [cm]	0	0	0	0	0	-200	200
Ordinata y [cm]	-320	-170	0	170	320	0	0

Tabella 6 – Individuazione della posizione dei sensori riferita al centro dell'impronta di carico

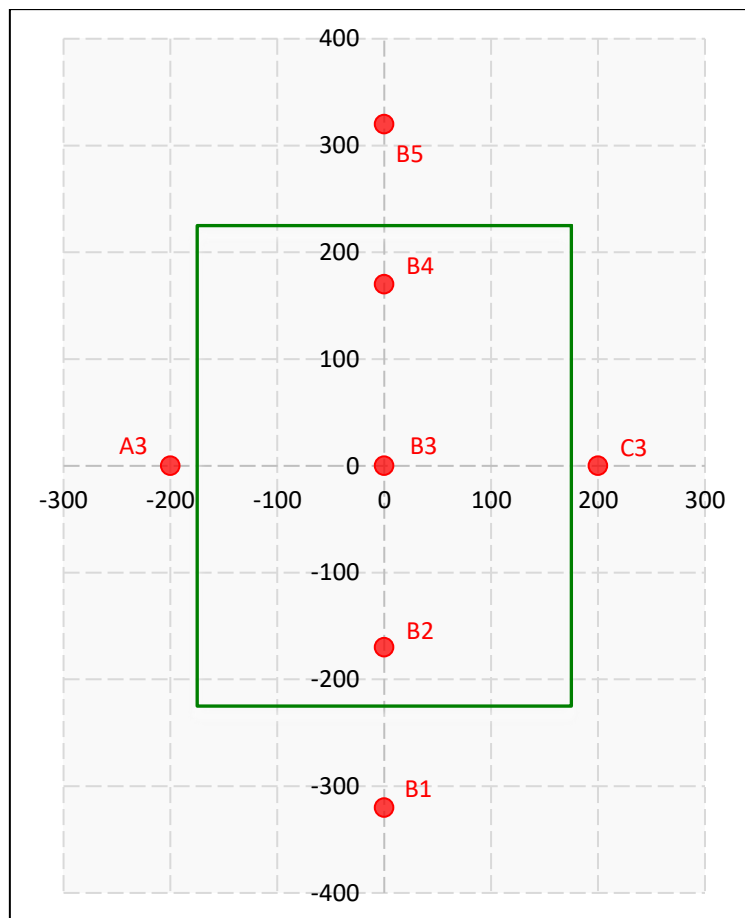


Grafico 3 – Rappresentazione grafica della posizione dei sensori e del serbatoio

8. RISULTATI DELLE ANALISI

Di seguito si riporta in modo sintetico e con l'ausilio di grafici e tabelle, il riepilogo dell'elaborazione degli abbassamenti registrati.

Completa l'analisi una breve documentazione fotografica relativa a ciascuna delle prove di carico eseguite; in particolare è possibile osservare la disposizione dei sensori all'intradosso dei solai caricati ed il posizionamento del serbatoio all'estradosso.

8.1. Prova A

Allineamento B			Sensori				
			B1	B2	B3	B4	B5
Step [hh:mm]	Fase	Ordinata [cm]	-285	-150	0	150	275
		Carico [kN/mq]	Abbassamenti [mm]				
00:00	0% Carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:09	25% Carico	0.80	0.09	0.29	0.37	0.27	0.13
00:16	50% Carico	1.60	0.10	0.47	0.69	0.49	0.16
00:21	75% Carico	2.40	0.11	0.63	0.97	0.67	0.20
00:26	100% Carico	3.20	0.12	0.81	1.26	0.86	0.24
01:07	Stasi 100%	3.20	0.13	0.85	1.31	0.88	0.24
01:18	Residuo 75%	2.40	0.12	0.68	1.05	0.70	0.20
01:25	Residuo 50%	1.60	0.11	0.50	0.74	0.51	0.15
01:34	Residuo 25%	0.80	0.09	0.30	0.42	0.28	0.10
01:57	Residuo 0%	0.00	0.08	0.11	0.11	0.10	0.07
02:03	Stasi 0%	0.00	0.08	0.11	0.11	0.10	0.07

Tabella 7 - Report abbassamenti registrati lungo l'allineamento B

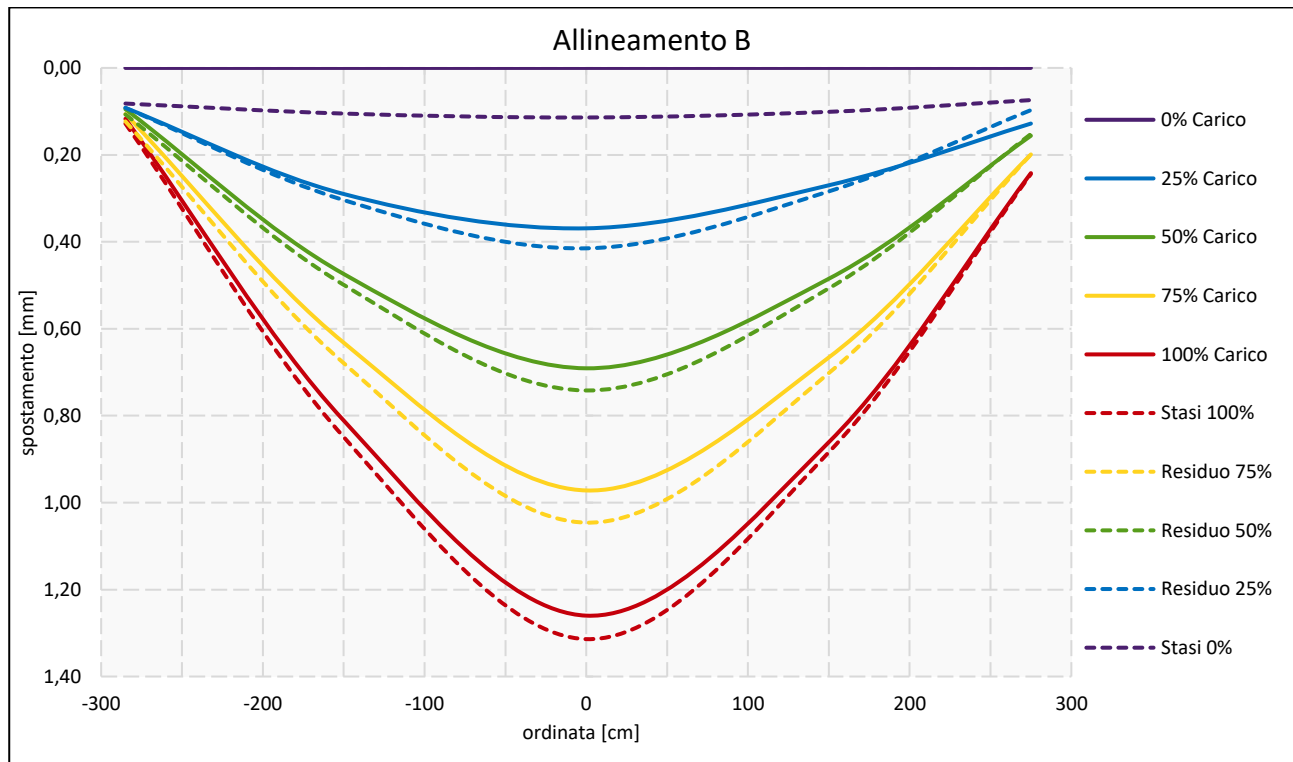


Grafico 4 - Rappresentazione grafica abbassamenti allineamento B

Allineamento 3			Sensori		
			A3	B3	C3
Step [hh:mm]	Fase	Ascissa [cm]	-200	0	200
		Carico [kN/mq]	Abbassamenti [mm]		
00:00	0% Carico	0.00	0.00	0.00	0.00
00:09	25% Carico	0.80	0.23	0.37	0.30
00:16	50% Carico	1.60	0.38	0.69	0.48
00:21	75% Carico	2.40	0.51	0.97	0.64
00:26	100% Carico	3.20	0.65	1.26	0.77
01:07	Stasi 100%	3.20	0.66	1.31	0.78
01:18	Residuo 75%	2.40	0.54	1.05	0.64
01:25	Residuo 50%	1.60	0.39	0.74	0.48
01:34	Residuo 25%	0.80	0.23	0.42	0.29
01:57	Residuo 0%	0.00	0.07	0.11	0.09
02:03	Stasi 0%	0.00	0.07	0.11	0.09

Tabella 8 - Report abbassamenti registrati lungo l'allineamento 3

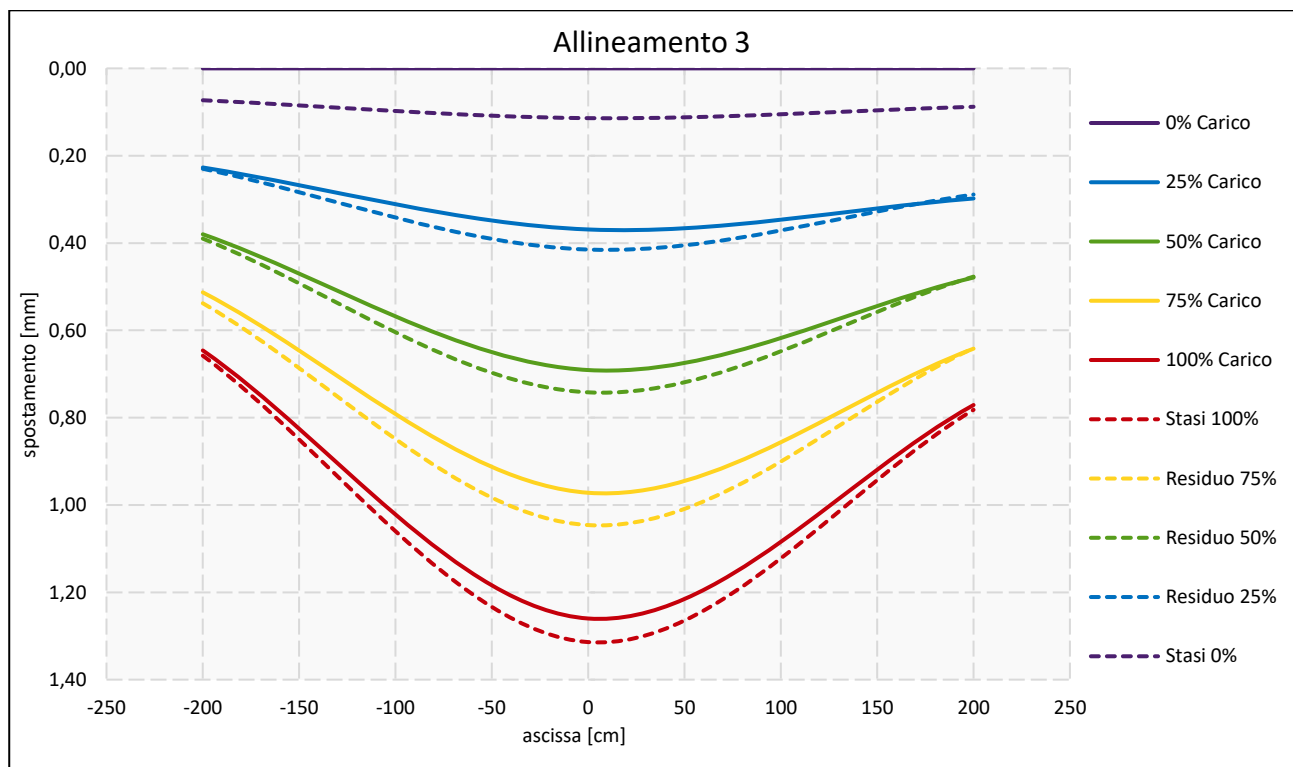


Grafico 5 - Rappresentazione grafica abbassamenti allineamento 3

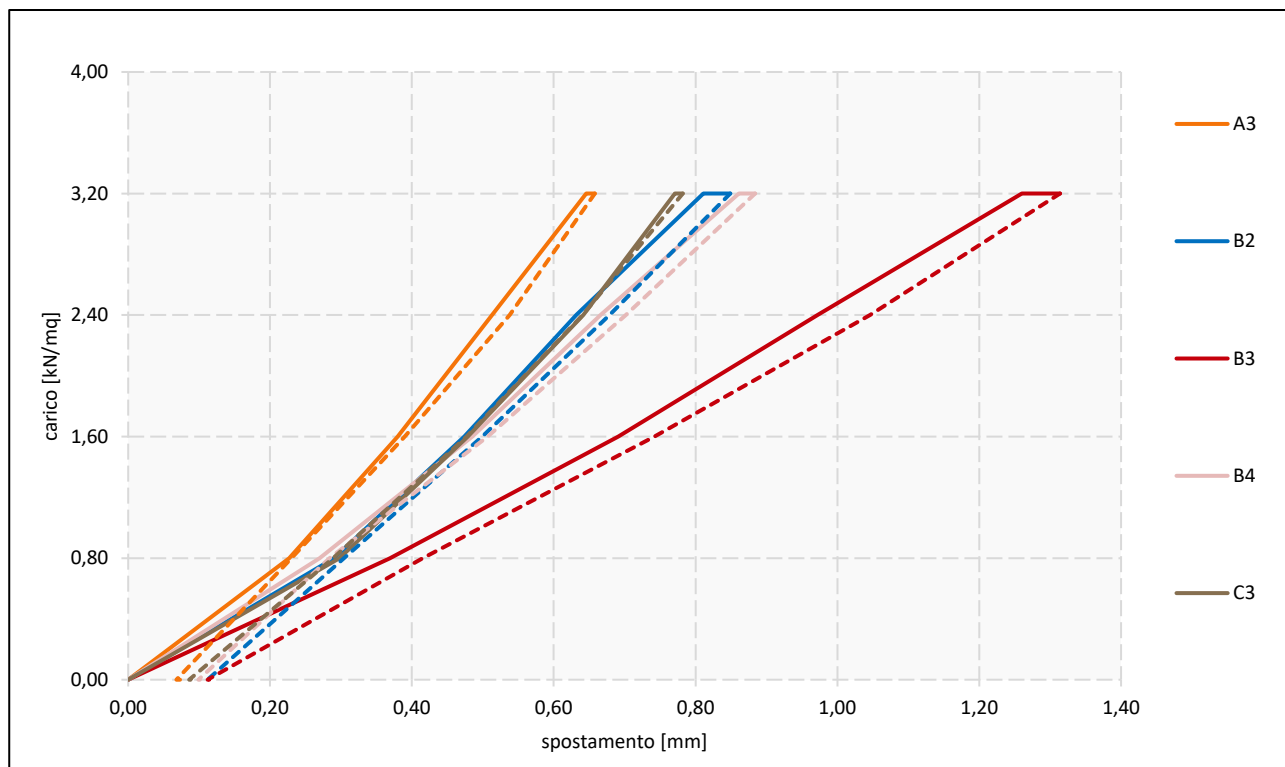


Grafico 6 - Rappresentazione grafica comparazione carico-spostamento

Nome sensore	Verifica linearità solaio		Esito
B3	Tratto 25%-50% carico	92%	●
	Tratto 50%-75% carico	104%	
	Tratto 75%-100% carico	101%	

Tabella 9 - Verifica della linearità del solaio



Posizionamento dei sensori di misurazione all'intradosso del solaio.

Posizionamento del serbatoio all'estradosso del solaio.

I risultati dell'elaborazione delle misurazioni registrate permettono di considerare il solaio adeguatamente organizzato in relazione alle condizioni di carico a cui è sottoposto.

8.2. Prova B

Allineamento B			Sensori				
			B1	B2	B3	B4	B5
Step [hh:mm]	Fase	Ordinata [cm]	-285	-150	0	150	285
		Carico [kN/mq]	Abbassamenti [mm]				
00:00	0% Carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:14	25% Carico	0.80	0.01	0.18	0.30	0.20	0.02
00:23	50% Carico	1.60	0.04	0.37	0.61	0.42	0.05
00:31	75% Carico	2.40	0.06	0.56	0.89	0.61	0.08
00:49	100% Carico	3.20	0.07	0.71	1.13	0.75	0.11
01:34	Stasi 100%	3.20	0.07	0.72	1.14	0.77	0.10
01:45	Residuo 75%	2.40	0.05	0.58	0.90	0.62	0.07
01:51	Residuo 50%	1.60	0.03	0.38	0.62	0.42	0.03
01:57	Residuo 25%	0.80	0.00	0.21	0.34	0.21	0.00
02:07	Residuo 0%	0.00	0.00	0.05	0.12	0.04	0.00
02:18	Stasi 0%	0.00	0.00	0.02	0.04	0.01	0.00

Tabella 10 - Report abbassamenti registrati lungo l'allineamento B

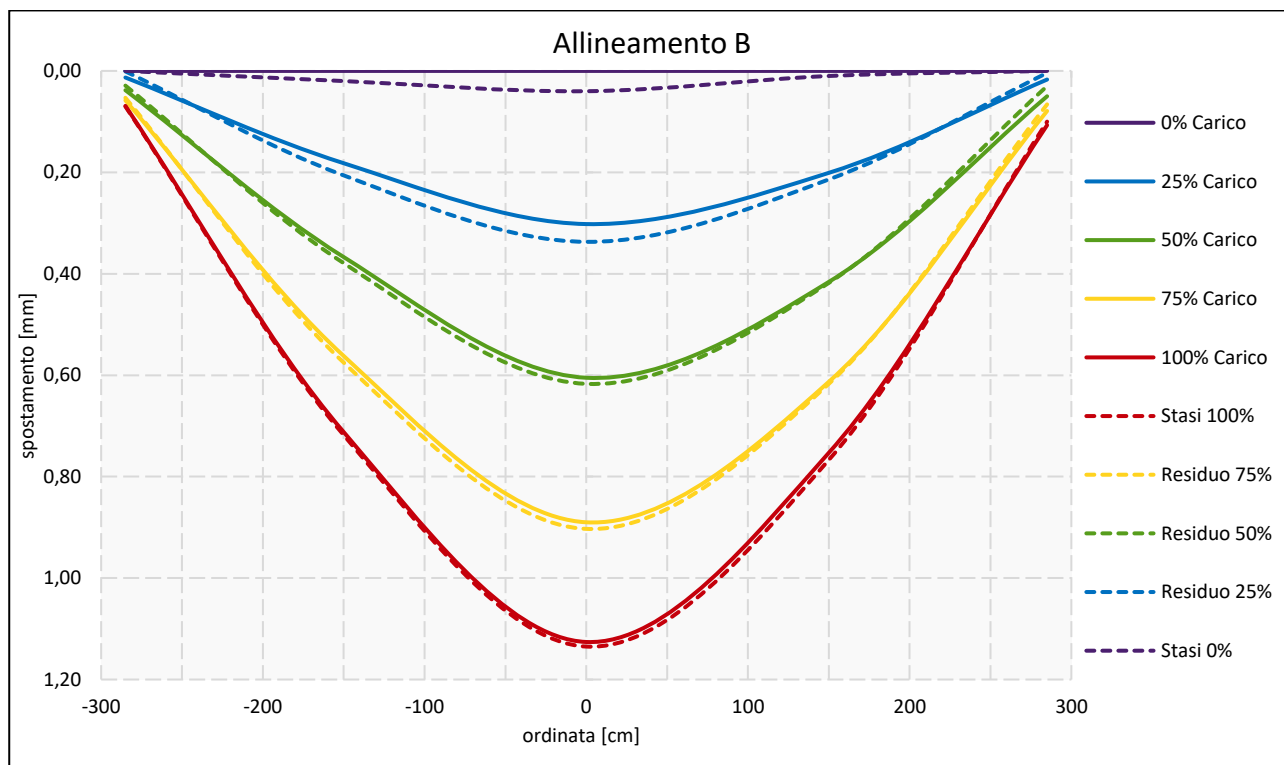


Grafico 7 - Rappresentazione grafica abbassamenti allineamento B

Allineamento 3			Sensori		
Step [hh:mm]	Fase	Ascissa [cm]	A3	B3	C3
		Carico [kN/mq]	Abbassamenti [mm]		
00:00	0% Carico	0.00	0.00	0.00	0.00
00:14	25% Carico	0.80	0.15	0.30	0.16
00:23	50% Carico	1.60	0.29	0.61	0.33
00:31	75% Carico	2.40	0.42	0.89	0.48
00:49	100% Carico	3.20	0.52	1.13	0.59
01:34	Stasi 100%	3.20	0.53	1.14	0.59
01:45	Residuo 75%	2.40	0.42	0.90	0.47
01:51	Residuo 50%	1.60	0.28	0.62	0.32
01:57	Residuo 25%	0.80	0.14	0.34	0.16
02:07	Residuo 0%	0.00	0.03	0.12	0.03
02:18	Stasi 0%	0.00	0.00	0.04	0.00

Tabella 11 - Report abbassamenti registrati lungo l'allineamento 3

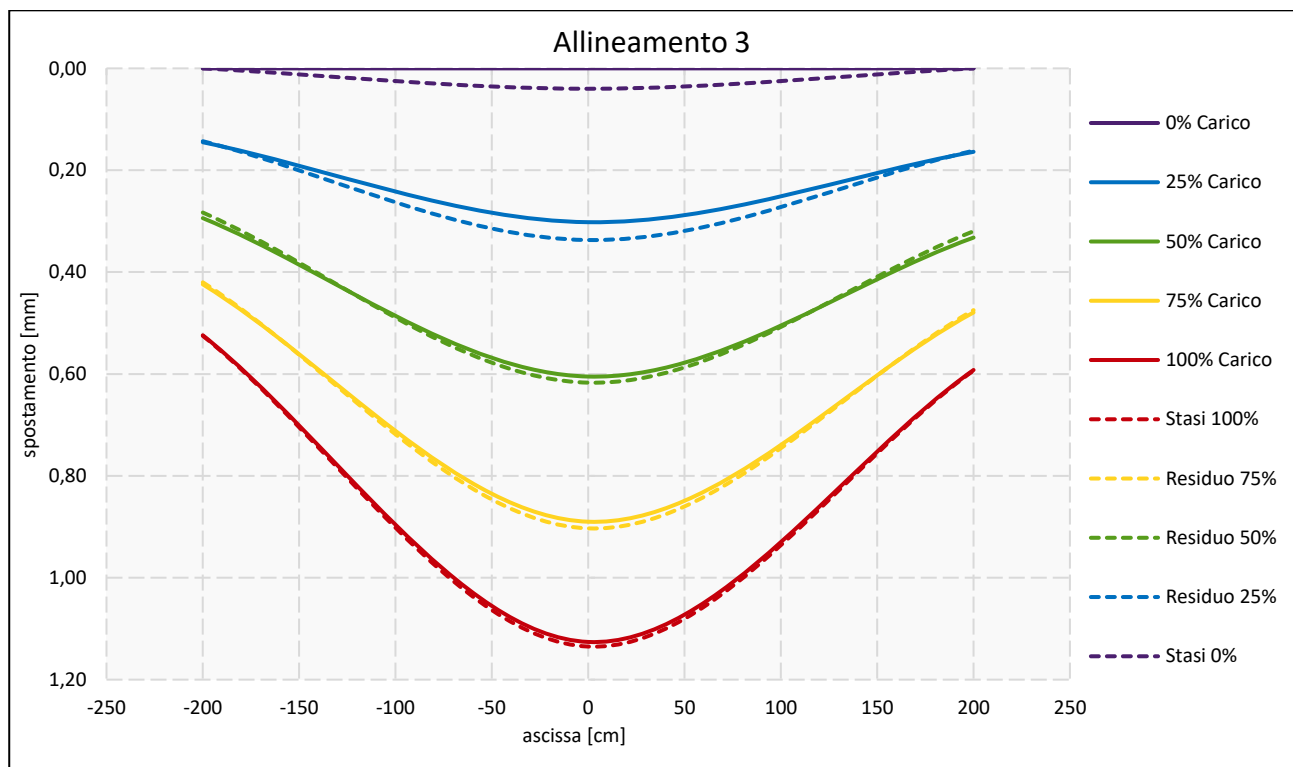


Grafico 8 - Rappresentazione grafica abbassamenti allineamento 3

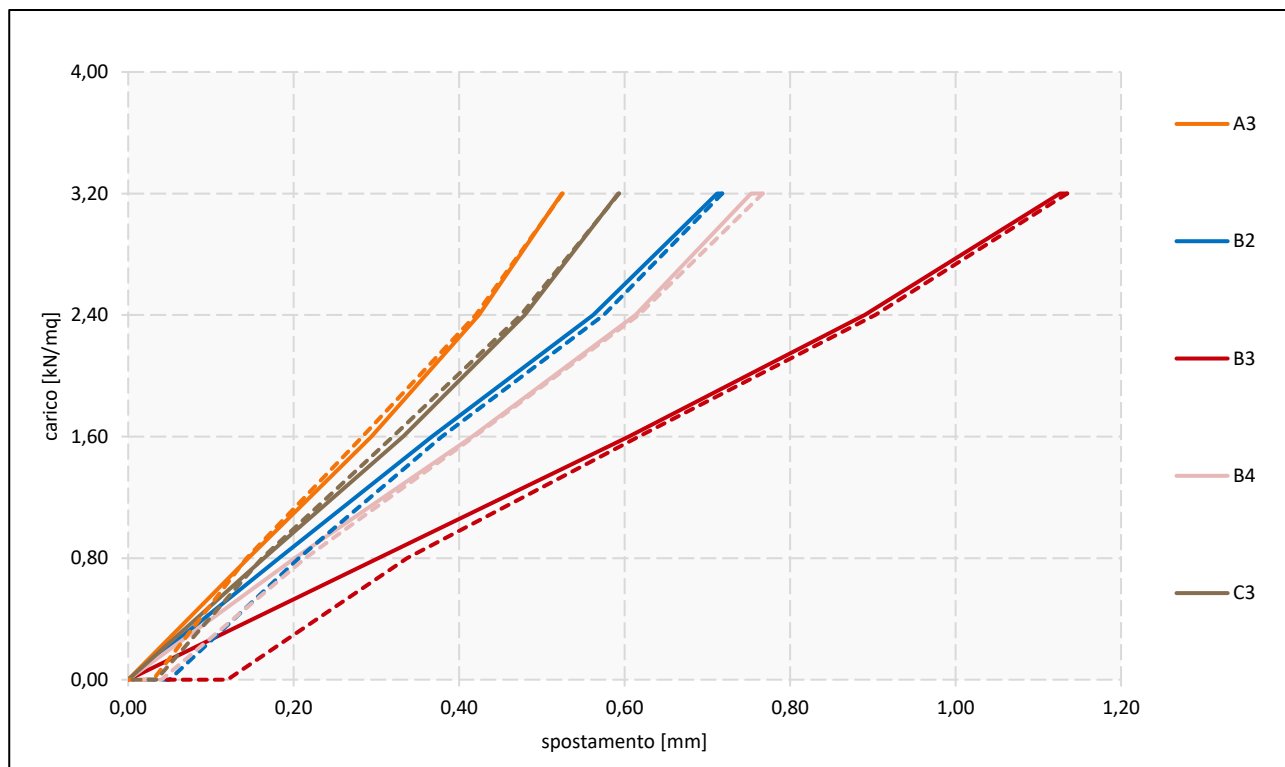


Grafico 9 - Rappresentazione grafica comparazione carico-spostamento

Nome sensore	Verifica linearità solaio		Esito
B3	Tratto 25%-50% carico	102%	●
	Tratto 50%-75% carico	102%	
	Tratto 75%-100% carico	106%	

Tabella 12 - Verifica della linearità del solaio



I risultati dell'elaborazione delle misurazioni registrate permettono di considerare il solaio adeguatamente organizzato in relazione alle condizioni di carico a cui è sottoposto.

8.3. Prova C

Allineamento B			Sensori				
			B1	B2	B3	B4	B5
Step [hh:mm]	Fase	Ordinata [cm]	-320	-170	0	170	320
		Carico [kN/mq]	Abbassamenti [mm]				
00:00	0% Carico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:17	25% Carico	0.90	0.02	0.36	0.57	0.39	0.08
00:20	50% Carico	1.80	0.03	0.47	0.75	0.52	0.10
00:26	75% Carico	2.70	0.06	0.68	1.14	0.78	0.15
00:44	100% Carico	3.60	0.08	0.93	1.52	1.04	0.20
00:53	Stasi 100%	3.60	0.08	0.93	1.52	1.04	0.20
00:59	Residuo 75%	2.70	0.08	0.73	1.19	0.81	0.15
01:04	Residuo 50%	1.80	0.05	0.53	0.83	0.57	0.11
01:10	Residuo 25%	0.90	0.03	0.28	0.43	0.30	0.06
01:24	Residuo 0%	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01
01:32	Stasi 0%	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00

Tabella 13 – Report abbassamenti registrati lungo l'allineamento B

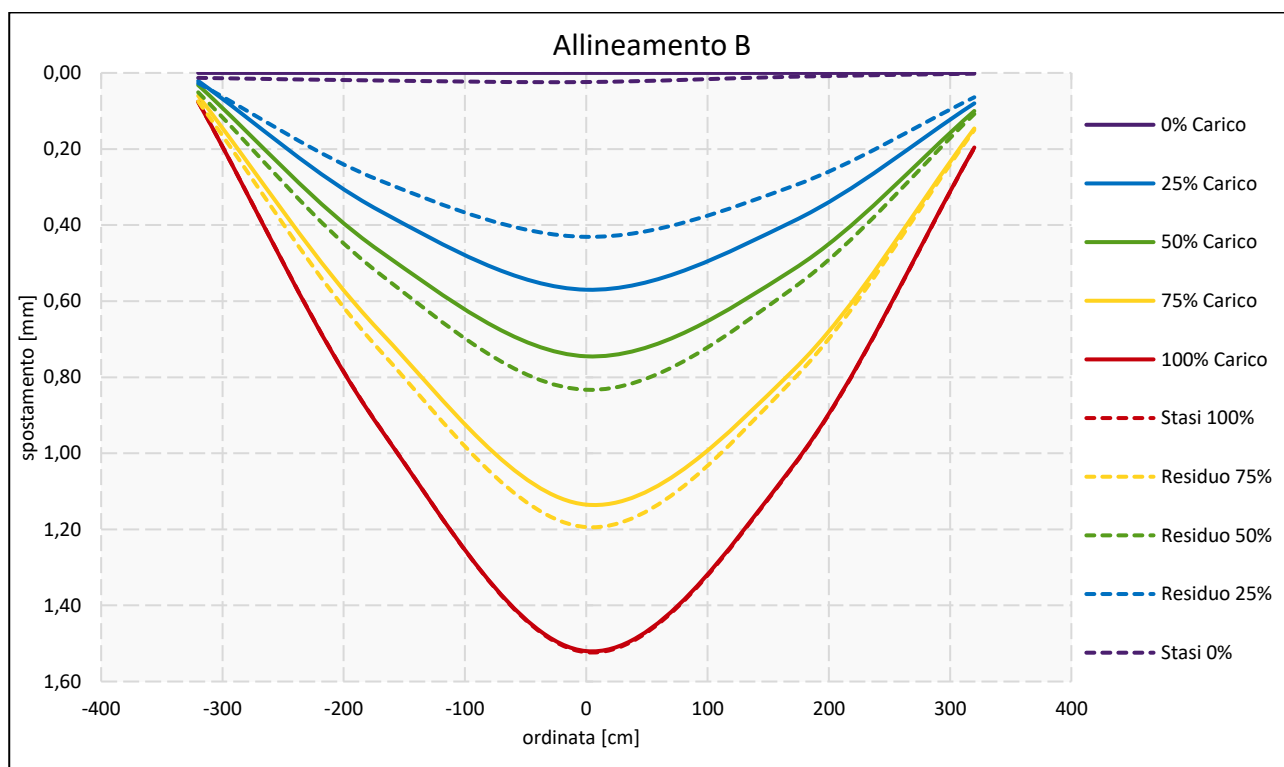


Grafico 10 – Rappresentazione grafica abbassamenti allineamento B

Allineamento 3			Sensori		
Step [hh:mm]	Fase	Ascissa [cm]	A3	B3	C3
		Carico [kN/mq]	Abbassamenti [mm]		
00:00	0% Carico	0.00	0.00	0.00	0.00
00:17	25% Carico	0.90	0.30	0.57	0.38
00:20	50% Carico	1.80	0.41	0.75	0.49
00:26	75% Carico	2.70	0.59	1.14	0.75
00:44	100% Carico	3.60	0.77	1.52	0.94
00:53	Stasi 100%	3.60	0.77	1.52	0.94
00:59	Residuo 75%	2.70	0.60	1.19	0.77
01:04	Residuo 50%	1.80	0.43	0.83	0.54
01:10	Residuo 25%	0.90	0.20	0.43	0.31
01:24	Residuo 0%	0.00	0.00	0.03	0.01
01:32	Stasi 0%	0.00	0.00	0.02	0.01

Tabella 14 - Report abbassamenti registrati lungo l'allineamento 3

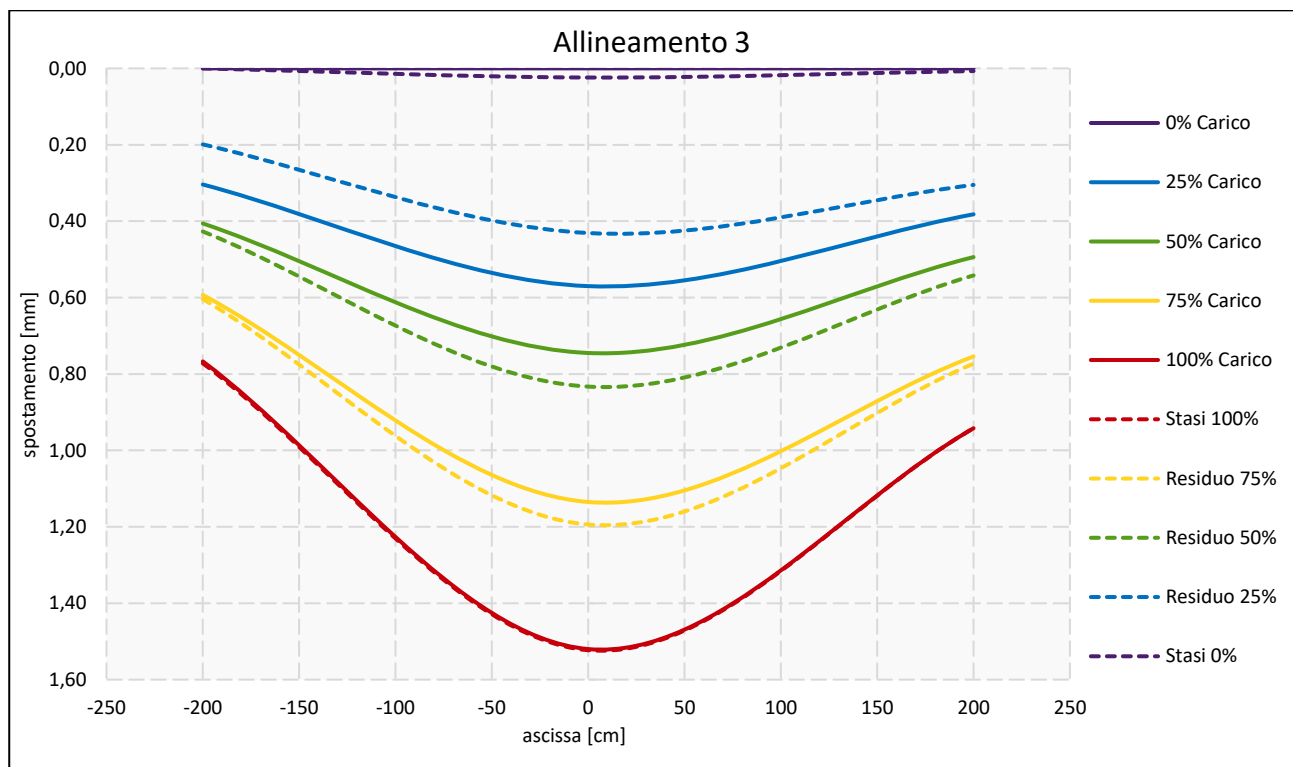


Grafico 11 - Rappresentazione grafica abbassamenti allineamento 3

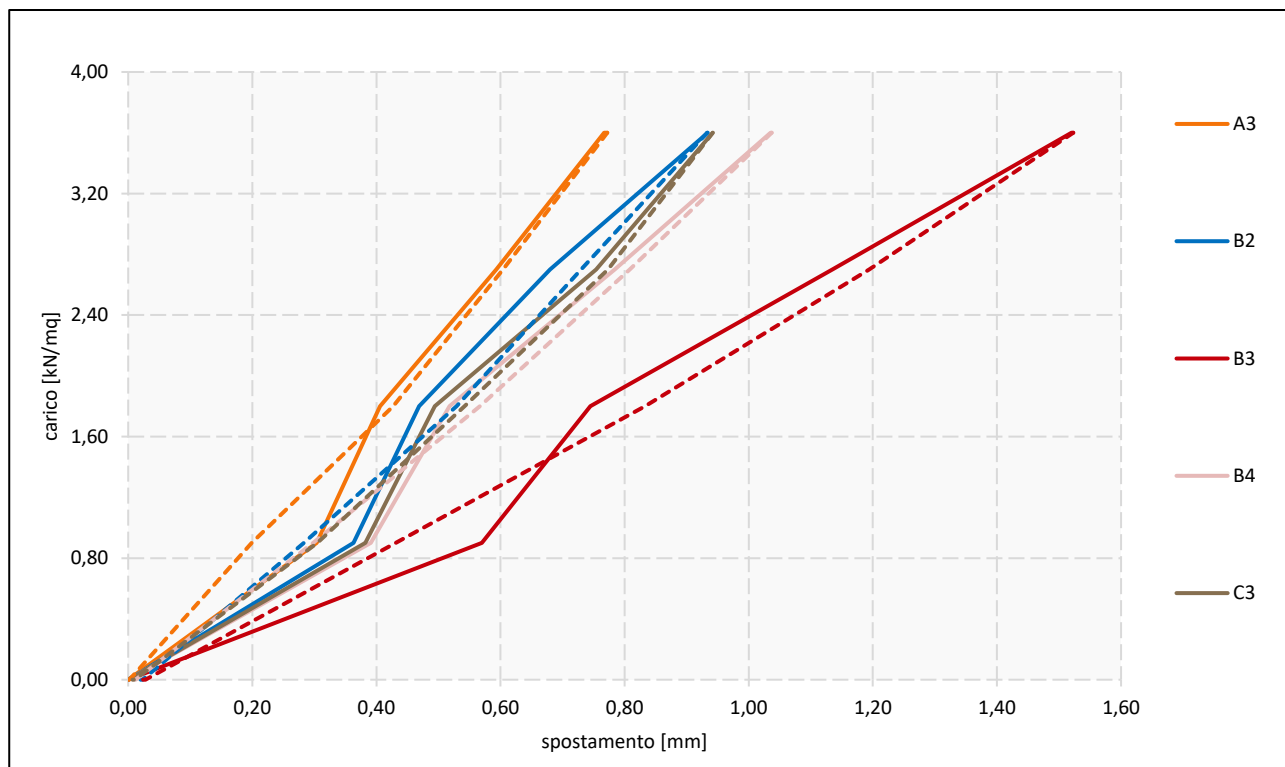


Grafico 12 - Rappresentazione grafica comparazione carico-spostamento

Nome sensore	Verifica linearità solaio		Esito
B3	Tratto 25%-50% carico	153%	●
	Tratto 50%-75% carico	99%	
	Tratto 75%-100% carico	99%	

Tabella 15 - Verifica della linearità del solaio



I risultati dell'elaborazione delle misurazioni registrate permettono di considerare il solaio adeguatamente organizzato in relazione alle condizioni di carico a cui è sottoposto.

9. CONCLUSIONI

Nella tabella a seguire vengono riportati gli esiti dell'elaborazione delle misurazioni registrate durante l'esecuzione delle prove di carico. Per una immediata comprensione gli stessi sono accompagnati da una simbologia grafica che sarà di colore verde qualora il comportamento del solaio sia risultato congruo alla sollecitazione applicata e rosso quando invece non sia idoneo.

Gli stessi esiti si basano sulla valutazione della linearità dei tratti della curva carico-spostamento, il cui valore di riferimento è definito in letteratura dall'analisi di una significativa casistica di prove condotte sui solai; per tale motivo non rappresenta un limite imprescindibile, in quanto la sua determinazione è basata su una valutazione statistica.

Nei casi dei solai in laterocemento con armatura lenta e dei solai in acciaio verranno raffrontate inoltre la deformazione teorica e quella sperimentale.

ID Prova	Risultati delle prove	Valori di riferimento	Esito	
Prova A	Abbassamento massimo	1,31 mm	2,40 mm	●
	Linearità	101%	> 85%	
Prova B	Abbassamento massimo	1,14 mm	2,40 mm	●
	Linearità	106%	> 85%	
Prova C	Abbassamento massimo	1,52 mm	2,72 mm	●
	Linearità	99%	> 85%	

Tabella 16 - Riepilogo dei risultati delle prove

I rilievi, le analisi e le prove eseguite, coadiuvate dalle indagini diagnostiche, permettono di esprimere un giudizio circa la capacità portante dei solai oggetto di indagine, in relazione alle condizioni di carico a cui sottoposte ed al grado di conservazione che manifestano allo stato attuale. È evidente che una riduzione delle proprietà meccaniche dei materiali che costituiscono le sezioni resistenti, dovuta alla nuova formazione o alla perdurazione di fenomeni di degrado, determini contestualmente una diminuzione della capacità portante dei solai. Allo stesso tempo, il verificarsi di fenomeni eccezionali sia interni all'edificio, quali ad esempio incendi, allagamenti o esplosioni, che esterni, come eventi sismici o cedimenti in fondazione, richiederanno l'esecuzione di una nuova campagna di rilievi tesa all'accertamento delle capacità statiche residue della struttura.

Si ricorda infine che il sovraccarico equivalente applicato è stato determinato in modo da poter accertare il comportamento dell'opera sotto azioni di esercizio definite come "combinazioni caratteristiche rare". Ciò significa che l'applicazione dello stesso sovraccarico è stata valutata istantaneamente mentre una sua perdurazione (prova di lunga durata) potrebbe determinare deformazioni differenti.

Tutto ciò premesso,

Il sottoscritto tecnico incaricato, Ing. Marco Gallotta, sotto la propria responsabilità dichiara di essere iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano a partire dalla data del 12 marzo 2003 con iscrizione al n. A23113.

CERTIFICA

che i solai contrassegnati con una colorazione verde in Tabella 16 possono considerarsi idonei all'uso attuale (riassunto in Tabella 3), in relazione sia al carico d'uso previsto dalle NTC2018 sia alle condizioni di conservazione rilevate alla data del 23 maggio 2023.

Oristano (OR), 23 maggio 2023

Ing. Marco Gallotta

Tecnoindagini S.r.l.

