



MTS Engineering S.r.l.

Vicolo della Torre n.15 – 23900 Lecco (LC)

Tel.0341/353829 Fax 0341/1885524

e-mail: amministrazione@mtse.it Pec: mtse@legalmail.it Internet: www.mtse.it

C.F./P.Iva 03407820137 Registro Imprese Lecco

ING. FILIPPINI

INDAGINI STRUTTURALI

SCUOLA MATERNA VIA PRADELLI –

BERBENNO (SO)

REDATTO DA:	Marco Amato	REVISIONI	
VERIFICATO DA:	Ing. Manuel Carsana	Rev_1	30/10/2020
DATA EMISSIONE:	30/10/2020	-	-

SETTEMBRE 2020

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA DI PROVA	3
2.1	INDAGINE PACOMETRICA	3
2.2	PROVE SCLEROMETRICHE	4
2.3	PROVE ULTRASONICHE.....	5
2.4	METODO COMBINATO SONREB (SONic + REBound)	8
3.	SCHEMA DI ELABORAZIONE DATI	9
4.	PLANIMETRIE INDAGINI ESEGUITE	10
5.	INDAGINI PACOMETRICHE	13
5.1	PIANO INTERRATO	13
5.2	PIANO TERRA	17
5.3	COPERTURA	25
6.	INDAGINI SONREB.....	31
6.1	PIANO INTERRATO	31
6.2	COPERTURA	31
7.	CONCLUSIONI	33

1. PREMESSA

L'Ingegnere Filippini ha conferito alla società MTS Engineering s.r.l. l'incarico per l'esecuzione di alcune indagini strutturali per la scuola materna di Via Pradelli 117 a Berbenno (SO).

In dettaglio sono state eseguite:

- n°15 indagini pacometriche;
- n°3 indagini con metodo combinato sonreb.

Le indagini sono state eseguite secondo le indicazioni ricevute dalla committenza.

Le indagini sono state effettuate il giorno 27 agosto 2020 dai tecnici e collaboratori MTS Engineering S.r.l.

- Ing. Daniela Giordano;
- Ing. Marco Amato;

2. STRUMENTAZIONE E METODOLOGIA DI PROVA

2.1 INDAGINE PACOMETRICA

Il pacometro è uno strumento utilizzato per localizzare in modo rapido ed accurato la presenza e l'orientamento delle barre nel calcestruzzo armato e misurare con buona precisione lo spessore del copri ferro ed il diametro dei ferri d'armatura.

Il rilievo dei ferri d'armatura con il metodo elettromagnetico risulta l'indispensabile fase preliminare per qualunque tipologia di controllo su strutture in c.a. In particolare, questo tipo di indagine viene utilizzata per l'individuazione di zone libere utili all'esecuzione delle prove non invasive (metodo microsismico) e semi distruttive (pull out, micro-carotaggi), per verificare la corrispondenza tra gli elementi metallici rilevati e quelli dichiarati dal costruttore, per determinare la posizione di ferri verticali e staffe durante le indagini preliminari su edifici esistenti, qualora risultino assenti tavole strutturali e progetti dettagliati.



Indagine Pacometrica.

Lo strumento sfrutta il principio delle correnti passive: un conduttore massiccio, come può essere una armatura, sottoposto ad un campo d'induzione magnetica dissipa una certa quantità di potenza in funzione della sua resistività e geometria.

La posizione dei ferri è determinata muovendo la sonda sulla superficie in esame, fino ad individuare la direzione di massimo assorbimento elettromagnetico che corrisponde all'andamento longitudinale della barra.

Un sistema d'informazione direzionale indica se la sonda si avvicina o si allontana dalla barra permettendo di raggiungere precisioni molto elevate, dell'ordine del millimetro.

La posizione delle barre viene individuata con estrema precisione e rapidità grazie alla presenza di spie audio e indicazioni luminose.

Normativa di riferimento

L'utilizzo del pacometro è regolato dalle norme BS 1881:2004. Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo è individuabile la posizione delle barre d'armatura. Ripetendo l'operazione su più sezioni dell'elemento, e disegnando sulla superficie dello stesso, mediante una matita o altro, una retta che passi per i punti individuati, sarà possibile tracciare il reticolo delle armature presenti.

2.2 PROVE SCLEROMETRICHE

Il metodo sclerometrico misura l'energia elastica assorbita dal calcestruzzo a seguito di un impatto di un'apposita molla di massa nota. L'energia è correlata alla rigidità e alla resistenza meccanica mediante relazioni empiriche. La prova è di tipo superficiale: una massa battente in acciaio, azionata da una molla, colpisce un'asta di percussione a contatto con la superficie di prova.

In seguito all'urto si ha una ridistribuzione dell'energia cinetica iniziale, una parte è assorbita sotto forma di energia di deformazione plastica, o permanente, ed un'altra parte è restituita alla massa mobile che rimbalza per un tratto proporzionale all'energia rimasta disponibile.

Dato che l'energia cinetica della massa battente è standardizzata, l'altezza di rimbalzo dipende dall'energia dissipata durante l'impatto, che a sua volta dipende dalla resistenza meccanica della superficie del calcestruzzo. Questa percentuale è detta indice di rimbalzo N.

L'indice di rimbalzo è correlato alla resistenza a compressione del calcestruzzo, ma è influenzato da numerosi fattori esterni quali l'umidità superficiale, la dimensione e il tipo di aggregati e la presenza di eventuali strati carbonatati.

Poiché solo il calcestruzzo vicino al punto dell'impatto influenza sensibilmente il valore dell'indice di rimbalzo, la metodologia di prova è sensibile alle condizioni locali, quali la presenza di grossi granuli e gli elementi grossi d'aggregati in prossimità della superficie oppure di vuoti.

Per mitigare gli effetti di alcune delle cause che alterano le misure, è pertanto opportuno che nell'intorno d'ogni punto di prova siano eseguite più battute, adeguatamente distanziate fra di loro.

Taratura dello strumento

Per le prove sclerometriche è utilizzato uno sclerometro tipo Schmidt. Prima dell'esecuzione di ogni campagna viene tarato, utilizzando l'apposita incudine di riferimento fornita a corredo dal fabbricante (caratterizzato da durezza minima 52 HRC, massa 16 ± 1 kg e diametro di circa 150 mm) cui corrisponde il valore standard dell'indice di rimbalzo N_0 , eseguendo una battuta sull'incudine stessa con lo sclerometro in posizione verticale.

Modalità di esecuzione delle indagini

1. Individuazione con Pacometro di una zona di misura che presenta le seguenti caratteristiche:
 - assenza di ferri armature in prossimità della superficie;
 - superficie priva di evidenti porosità o rilevanti irregolarità superficiali;
 - superficie possibilmente asciutta;
 - superficie non ricoperta da intonaco o vernici, ecc.
2. Pulizia e lisciatura della superficie con pietra abrasiva, oppure utilizzando, se necessario, uno smerigliatore per asportare lo strato superficiale di calcestruzzo degradato o irregolare.
3. Esecuzione di non meno di 10 battute sclerometriche all'interno della zona di misura, secondo una griglia preliminarmente definita.
4. Calcolo della media dei valori degli indici di rimbalzo e verifica dell'attendibilità dei risultati.

Elaborazione delle misure

I valori misurati di indici di rimbalzo e la loro media (scartando il valore più alto e più basso) per tutti i punti di misura sono stati raccolti ed elaborati in apposite tabelle.

L'elaborazione delle misure è stata così eseguita:

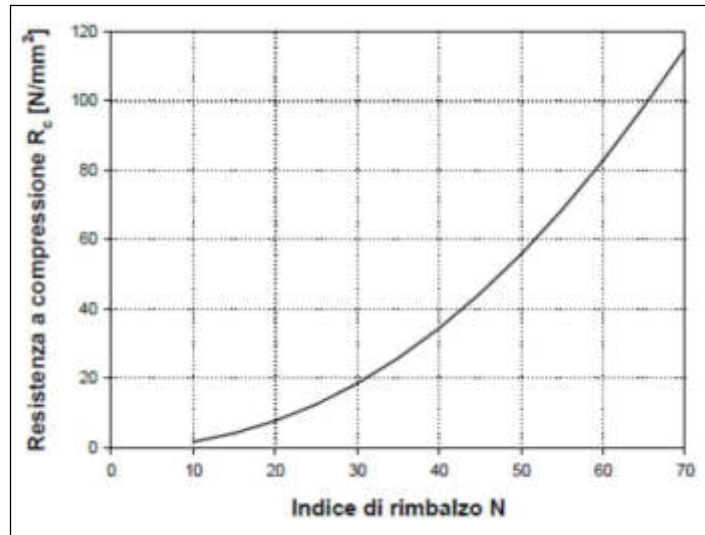
- I. Correzione degli indici di rimbalzo per tener conto della taratura dello strumento, moltiplicando gli indici di rimbalzo per il coefficiente N_0/N_t .
- II. Correzione degli indici di rimbalzo rilevati in funzione dell'angolo d'azione dello strumento, con correlazioni fornite dal fabbricante.
- III. Calcolo della media degli indici per ogni zona.

La correlazione standard tra indice di rimbalzo N e resistenza a compressione R_c è definito da:

$$R_c = A \times N^B$$

in cui i coefficienti A e B sono opportunamente calibrati mediante prove distruttive su carote.

Il grafico sottostante riporta la correlazione tra l'indice di rimbalzo fornito dalle prove sclerometriche ed il valore di resistenza cubico a compressione in N/mm² con posizione del martello di battuta ortogonale alla zona di prova.



Normativa di riferimento

L'utilizzo dello sclerometro è regolato dalla norma UNI EN 12504-2.

Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo indagate devono essere eseguite almeno n°9/10 misurazioni (o battute) non sovrapposte e distanti non meno di 25mm tra loro e dal bordo di eventuali difetti superficiali presenti e da ferri d'armatura, preventivamente localizzati. Il risultato della prova è fornito in termini di indici di rimbalzo medio \bar{I}_r ed è riportato per ogni punto di indagine. Se per ciascun punto, oltre il 20% di tutte le misure si discosta dalla media per più di 6 unità, deve essere scartata l'intera serie di misure.

2.3 PROVE ULTRASONICHE

Le indagini ultrasoniche consentono la determinazione delle caratteristiche elasto-dinamiche dei materiali, attraverso l'analisi delle modalità di propagazione delle onde elastiche al loro interno.

La misurazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici, generati da un trasduttore elettro-acustico messo a contatto con una delle superfici dell'elemento in calcestruzzo, si basa sulla misura del tempo impiegato dall'impulso ad attraversare la massa del campione di prova e a raggiungere la sonda ricevente; il segnale elettronicamente amplificato è convertito in una misura temporale, questa indica il tempo impiegato dall'impulso a percorrere la distanza L' intercorrente tra la sonda ricevente e la trasmittente.

Il metodo si basa sul fatto che le modalità di propagazione di un segnale sonico impulsivo quali la velocità, l'ampiezza e la frequenza, sono funzione sia delle proprietà elastiche sia dello stato di integrità del mezzo attraversato.

In particolare, la velocità di propagazione degli impulsi in un mezzo è funzione delle caratteristiche elastiche del mezzo attraversato (modulo elastico e coefficiente di Poisson) e della sua densità, mentre eventuali disomogeneità e zone degradate variano la velocità di propagazione assorbendo parzialmente l'onda vibrazionale.

Il rilievo consiste nel produrre vibrazioni meccaniche con un trasduttore (trasmittente) mantenuto in contatto con una superficie del mezzo in esame. Dopo aver attraversato un percorso di lunghezza nota L, l'impulso è convertito in segnale elettrico ed un circuito elettronico permette di misurare il tempo dell'impulso. La velocità di propagazione (V) è ricavata attraverso la relazione:

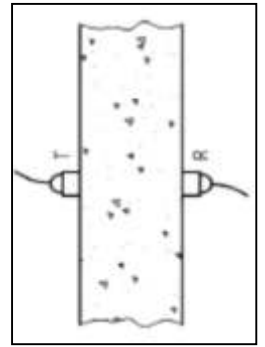
$$V = L/T$$

Tecniche di Indagine

La misura dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione viene solitamente eseguita secondo tre diversi schemi di acquisizione in relazione alla direzione di propagazione degli impulsi rispetto alle superfici di emissione e ricezione della struttura.

TRASMISSIONE DIRETTA O PER TRASPARENZA

Le sonde, ricevente e trasmettente, sono poste sulle facce opposte dell'elemento strutturale in prova e posizione tale da rendere minima la distanza fra esse; la procedura di prova è quella più sensibile, poiché in tali condizioni, le onde trasmesse sono sicuramente onde di tipo longitudinale (onde di tipo P) e il segnale trasmesso subisce la minima attenuazione e un'ampia percentuale dell'energia di vibrazione è captata dalla sonda ricevente.

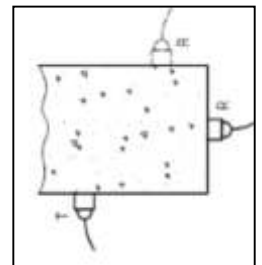


A. TRASMISSIONE SEMI-DIRETTA O DIAGONALE

I trasduttori sono applicati su due facce adiacenti dell'elemento di prova.

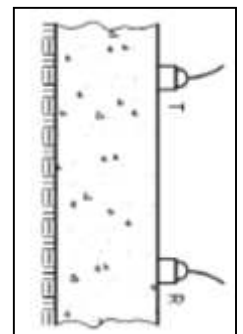
Così facendo l'angolo tra i trasduttori è inferiore a 90° ed il percorso di transito delle onde è contenuto.

Questo tipo di applicazione non è consigliata per gli elementi con un elevato numero di armature superficiali.



B. TRASMISSIONE INDIRETTA O SUPERFICIALE

Le sonde vengono applicate in punti diversi appartenenti alla medesima faccia di una superficie piana delimitante l'elemento da provare. L'efficienza del metodo è ridotta a causa della indeterminazione dei percorsi effettivi delle onde ultrasoniche.



Tra i parametri che maggiormente influenzano la lettura del tempo di volo delle onde ultrasonore rivestono particolare importanza l'accoppiamento ed il corretto allineamento.

Accoppiamento: È fondamentale ottenere il miglior accoppiamento possibile tra la superficie d'indagine e la sonda. In caso di superfici irregolari o scabre è necessario rimuovere i depositi superficiali e lisciare la superficie di prova, così da garantire la perfetta aderenza tra trasduttore e superficie ed eliminare le micro asperità o vuoti che possano falsare la misura.

Allineamento: Occorre assicurarsi del corretto allineamento delle sonde lungo la traiettoria di transito degli ultrasuoni. Un allineamento non ottimale comporta una crescente difficoltà nella lettura del tempo di transito per l'instabilità dell'onda e quindi l'incapacità di determinare il tempo di primo arrivo.

Per eliminare ogni residuo di dubbi ed ottenere un'interpretazione univoca dei risultati è necessario creare una griglia preventiva di misura i cui vertici costituiscano i punti di applicazione delle sonde.

Modalità di esecuzione delle indagini

1. Individuazione di una zona di misura idonea mediante sonda pacometrica.
2. Pulizia della superficie di prova ed eventualmente lisciatura con pietra abrasiva o smerigliatrice.
3. Calibrazione iniziale dello strumento. La calibrazione (o taratura) iniziale consiste nella misura del tempo T_t (in μs) impiegato dalle onde elastiche a percorrere, secondo la sua altezza, il cilindro metallico fornito a corredo dello strumento.

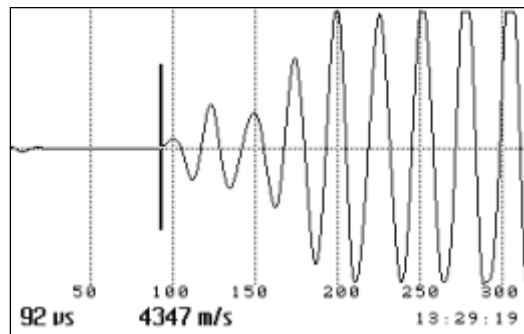
Il tempo di percorrenza T_0 , predeterminato dal fabbricante, costituisce il riferimento di taratura.

La taratura dello strumento deve essere ripetuta ogni qualvolta cambino le condizioni ambientali (per temperatura, insolazione, umidità, ecc.) e/o la configurazione dello strumento (cambio di cavi di connessione e/o di trasduttori, ecc.).

4. Posizionamento dei punti di misura e determinazione della distanza.
5. Esecuzione delle misure.

È necessario interporre tra sonda e calcestruzzo un appropriato materiale di accoppiamento (gel per ultrasuoni o grasso di vaselina). In ogni zona di misura devono essere effettuate almeno tre misure su percorsi diversi a distanza nota. Per la rilevazione della velocità di propagazione delle onde longitudinali è necessario rilevare con precisione l'arrivo del primo fronte d'onda.

L'impulso ricevuto è amplificato al massimo livello possibile, compatibilmente con il rumore che appare sulla traccia dell'oscilloscopio. L'apparire dell'impulso, e quindi il suo istante di arrivo, è rilevato come l'ultimo punto di tangenza della curva di deflessione del segnale con la linea iniziale orizzontale del tempo di transito.



Valutazione del tempo di primo arrivo dell'impulso ultrasonico.

6. Controllo dei risultati

Al termine di ogni ciclo di misura è necessario eseguire una verifica dei valori medi della velocità di propagazione delle onde elastiche.

Normativa di riferimento

Le prove ultrasoniche sono regolate dalla norma UNI EN 12504-4:2005 Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Art. 4 Determinazione della velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici.



Prova sclerometrica e prova ultrasonica

2.4 METODO COMBINATO SONREB (SONic + REBound)

Il metodo SONREB si basa sulla combinazione dei risultati ottenuti, nelle stesse zone di prova, con prove sclerometriche ed ultrasoniche, correlando l'indice di rimbalzo (REBound) con la velocità delle onde ultrasoniche (SONic), con la resistenza a compressione del calcestruzzo, attraverso un'opportuna calibrazione della relazione che lega queste tre grandezze, effettuata mediante regressione statistica dei valori sperimentali.

Questo metodo è stato introdotto per ridurre le imprecisioni di valutazione tipicamente derivanti dall'impiego delle indagini soniche e sclerometriche utilizzate separatamente.

L'uso combinato delle due prove consente di compensare in parte gli errori commessi usando singolarmente le due metodologie, riducendo il margine di incertezza insito nelle singole determinazioni.

Con il metodo Sonreb, la resistenza del calcestruzzo R_c viene stimata sulla base della coppia dei valori delle velocità di propagazione degli ultrasuoni V e dell'indice di rimbalzo S attraverso la formula:

$$R_c = a * I_r^b * V_c$$

dove:

- R_c è la resistenza stimata associata al punto indagato;
- a, b, c sono i coefficienti teorico/sperimentali che consentono di correlare i dati sperimentali diretti;
- V è la velocità ultrasonica;
- I_r è l'indice di rimbalzo.

Di seguito si riportano alcune formule sperimentali con le quali è stata condotta la sperimentazione:

Formula Rilem Ndt:

$$R_{cub} = 7,695 \times 10^{-11} \times V_L^{2,6} \times I^{1,4}$$

Formula Gasparik:

$$R_{cub} = 8,06 \times 10^{-8} \times V_L^{1,85} \times I^{1,246}$$

Formula Di Leo Pascale:

$$R_{cub} = 1,2 \times 10^{-9} \times V_L^{2,446} \times I^{1,058}$$

R_{cub} è la resistenza cubica a compressione in $[N/mm^2]$, S è l'indice di rimbalzo e V è la velocità ultrasonica espressa in $[m/s]$.

La conoscenza della velocità di propagazione delle onde permette di valutare il modulo di elasticità dinamica E_d attraverso la relazione:

$$E_d = \frac{V_i^2 * \rho_s * (1 + \nu_d) * [1 - (2 * \nu_d)]}{g * (1 - \nu_d)}$$

dove:

- V_i** velocità di propagazione dell'impulso ultrasonico ricavata sperimentalmente;
- ρ_s** peso specifico apparente del cls;
- g** accelerazione di gravità (9.81 m/s^2);
- ν_d** costante di Poisson dinamica.

Secondo la bibliografia il campo di variabilità della costante di Poisson per calcestruzzi con caratteristiche meccaniche variabili fra 25 e 60 kN/cm^2 è pari a:

$$0,23 < \nu_d < 0,25$$

Assumendo il valore statistico nominale peggiore si ottiene:

$$\nu_d = 0,23$$

La relazione che lega il modulo di elasticità dinamica a quello statico vale:

$$E_{st} = a \times E_d$$

Dove il valore della costante a è assunto sperimentalmente pari a 0,87.

3. SCHEMA DI ELABORAZIONE DATI

L'esito di ciascuna prova è riportato in forma tabellare e grafica secondo uno schema definito.

Di seguito è riportato lo schema univoco di rappresentazione dei risultati.

- **Individuazione piano di riferimento e tipologia di indagini eseguite**

- **Individuazione grafica indagini per piano**

Convenzione grafica utilizzata per la rappresentazione geometrica: setti e pilastri identificano gli elementi analizzati sul piano indicato nella planimetria iniziale; travi e solai identificano gli elementi analizzati a soffitto del piano indicato nella planimetria iniziale.

- **Scheda identificativa per tipologia d'indagine**

Le indagini eseguite su travi e solai sono state localizzate all'intradosso tranne dove diversamente indicato.

Le sezioni delle travi e dei solai sono sempre viste secondo le linee di sezione riportare in planimetria.

Le misure riportate nelle schede identificative delle indagini sono espresse in centimetri (cm), a meno di diverse indicazioni.

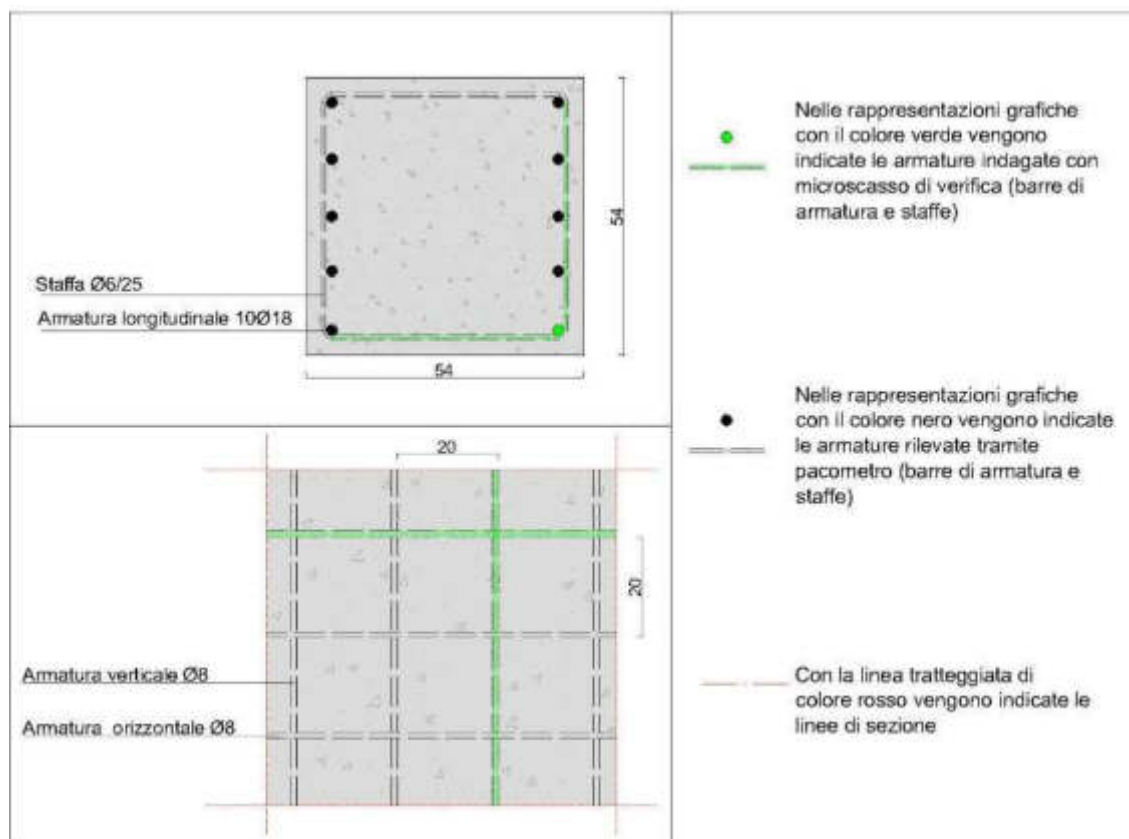
- **Rappresentazione dei risultati sperimentali**

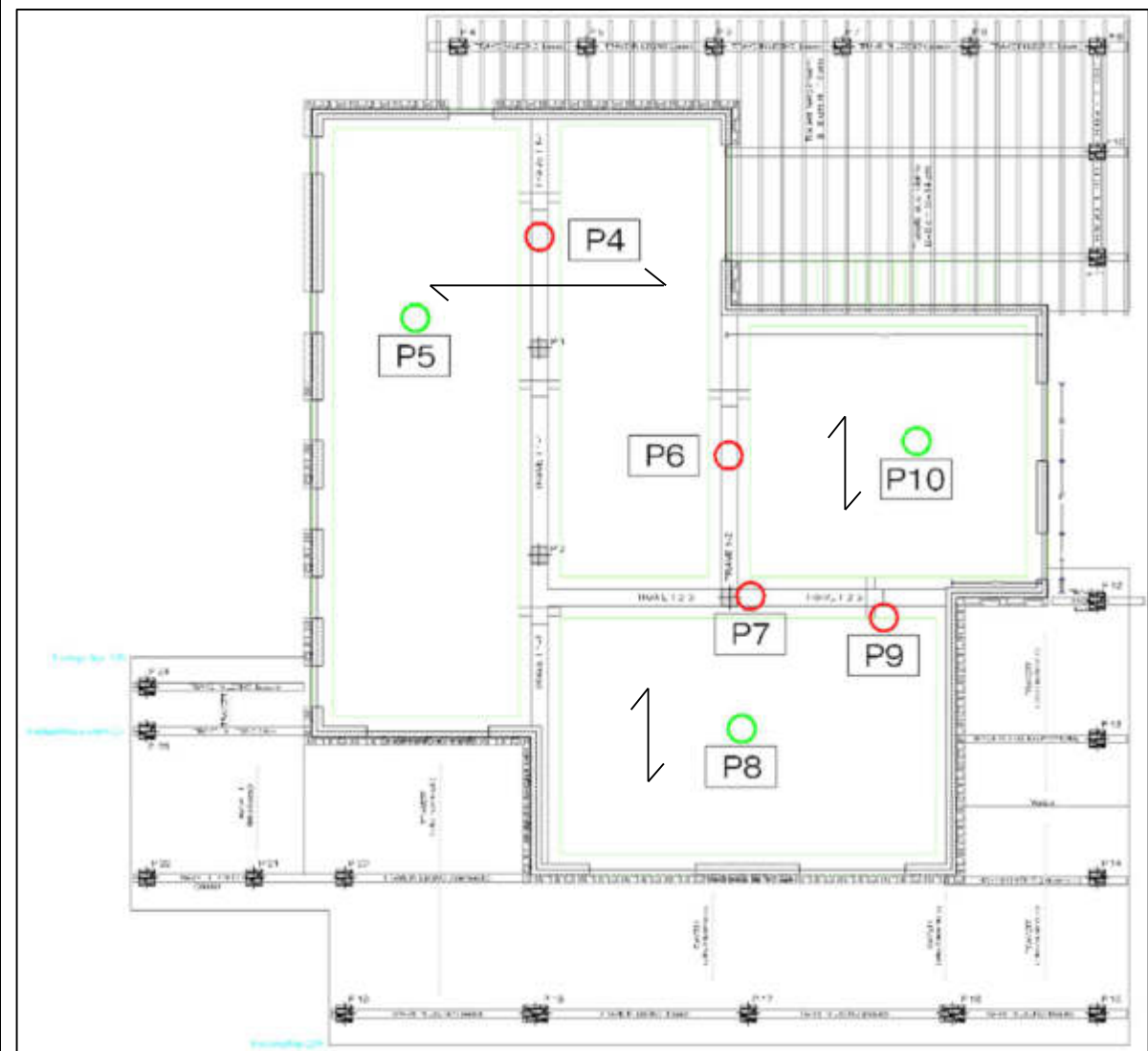
- **Report Fotografico di Prova**

Legenda utilizzata nell'elaborazione:

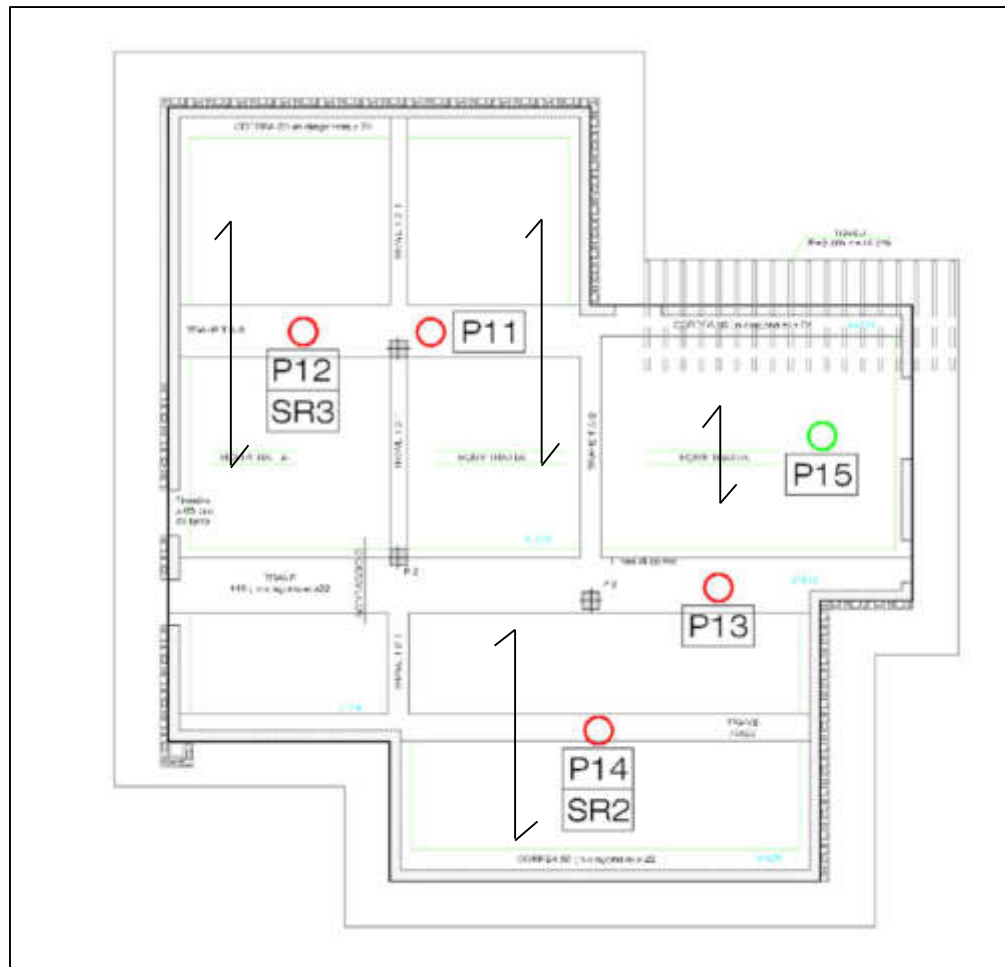


Metodologia di lettura dei disegni:



PIANO TERRA

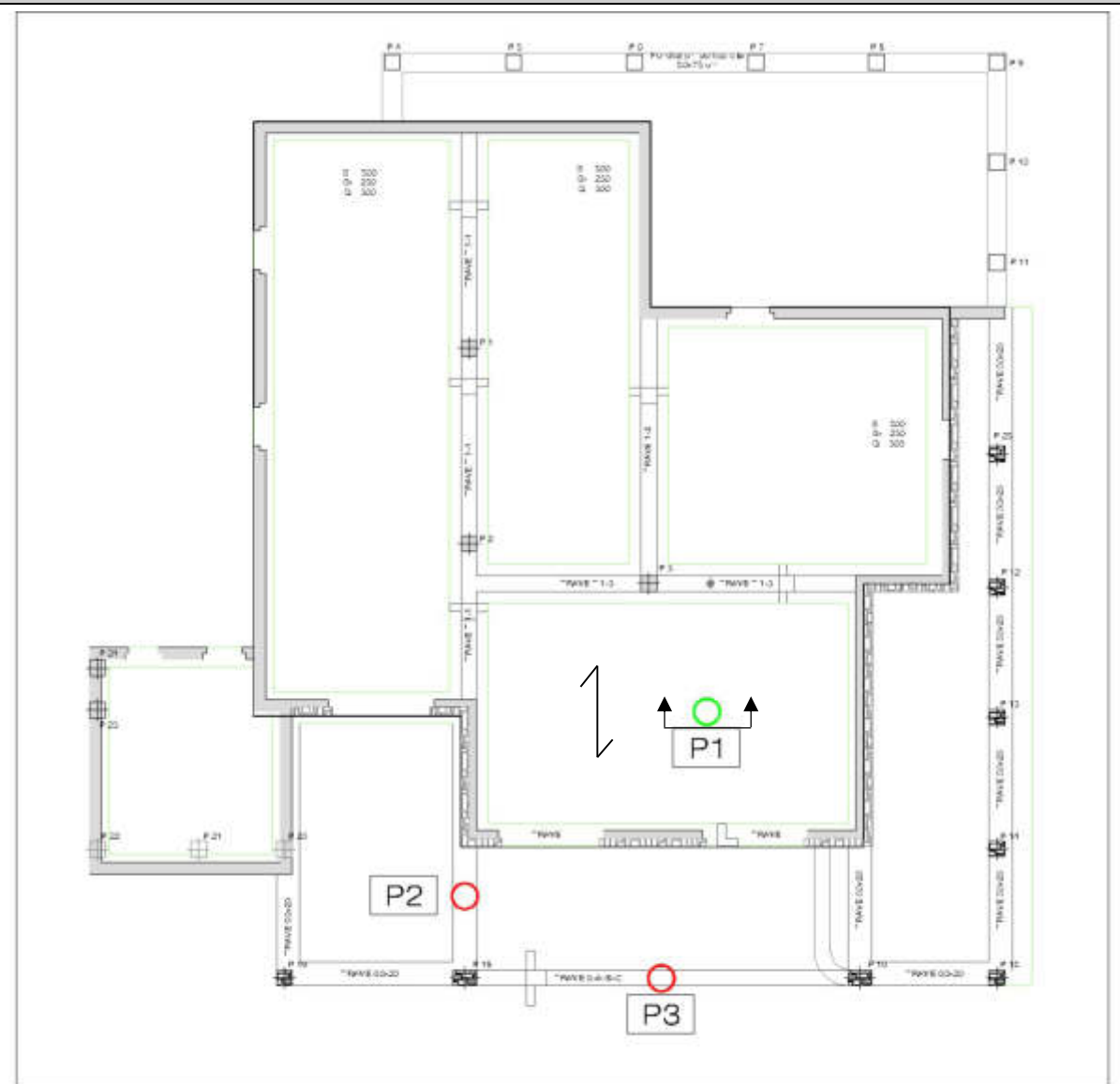
Planimetria indagini eseguite

COPERTURA

Planimetria indagini eseguite

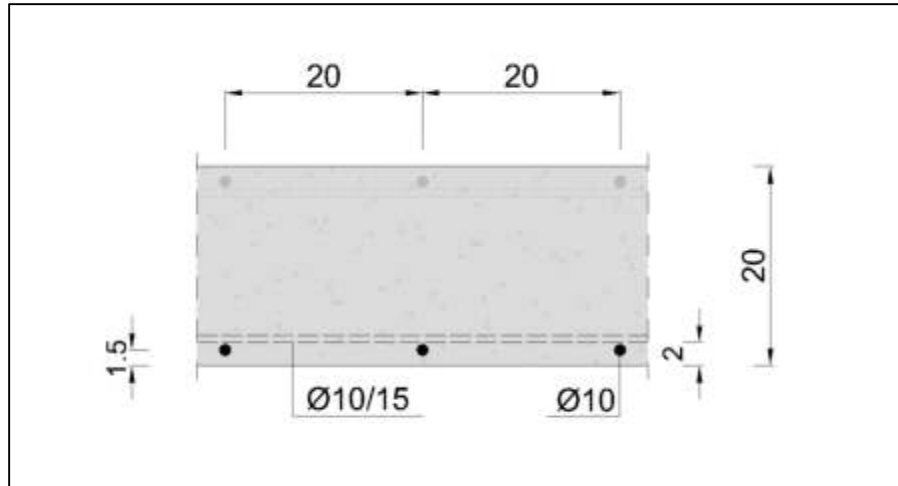
5. INDAGINI PACOMETRICHE

5.1 PIANO INTERRATO



Planimetria indagini eseguite

DESCRIZIONE DELLA PROVA	P1
SOLETTA PIENA IN C.A.	PIANO INTERRATO
NOTE: Si ipotizza la presenza di ferri Ø10. Con indagine pacometrica non è stato possibile rilevare le armature superiori della soletta.	



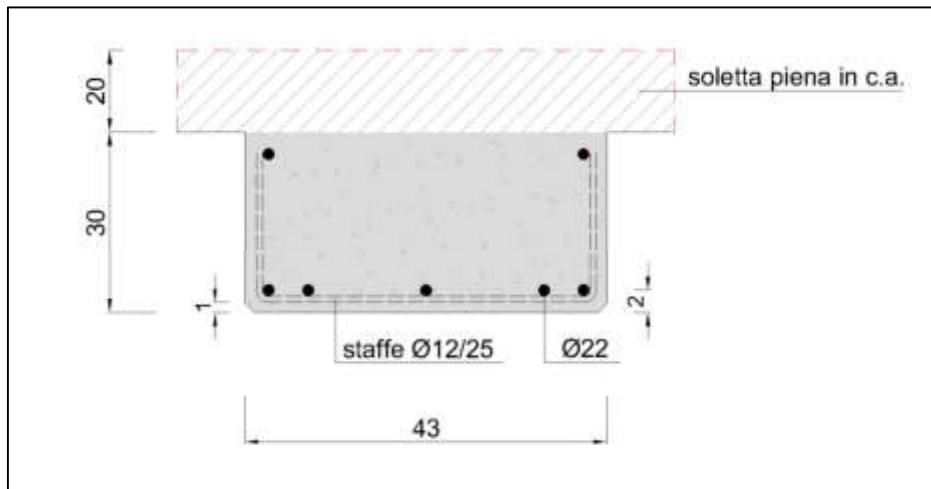
Sezione area di indagine



DESCRIZIONE DELLA PROVA	P2
TRAVE IN C.A.	PIANO INTERRATO
NOTE: Si ipotizza la presenza di staffe $\varnothing 12$ e ferri $\varnothing 16$	
 <p style="text-align: center;">Sezione area di indagine</p>	
	

DESCRIZIONE DELLA PROVA	P3
TRAVE IN C.A.	PIANO INTERRATO

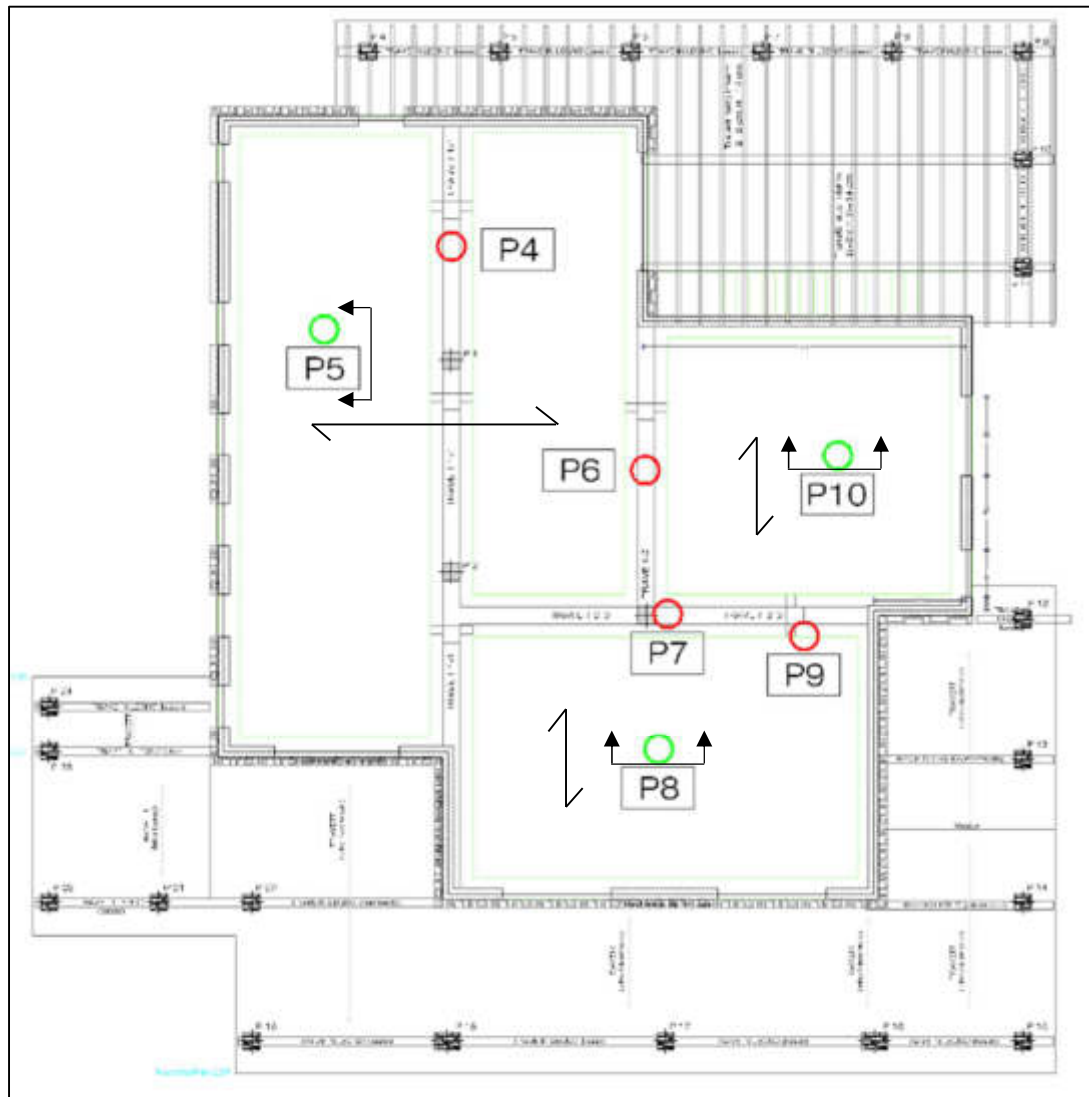
NOTE: Si ipotizza la presenza di staffe Ø12 e ferri Ø22



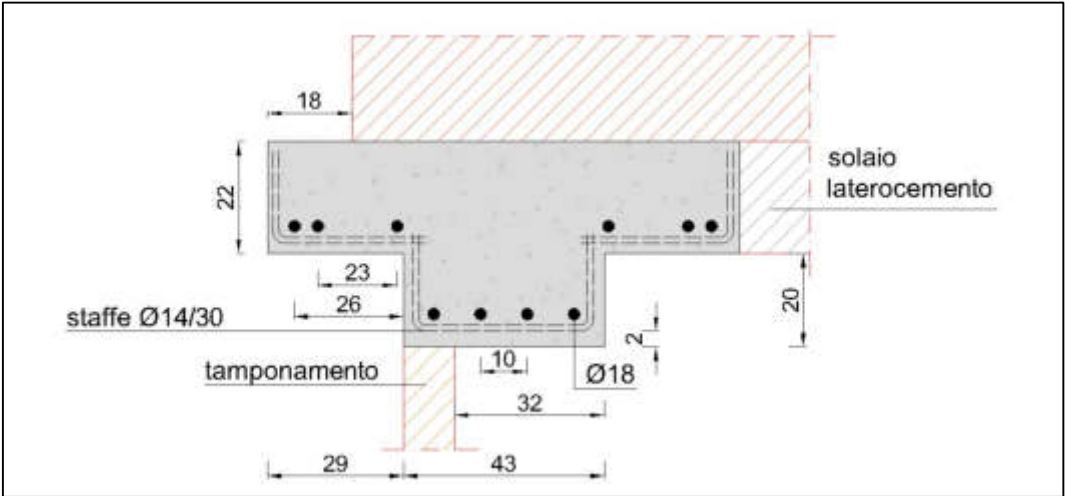


Sezione area di indagine



5.2 PIANO TERRA

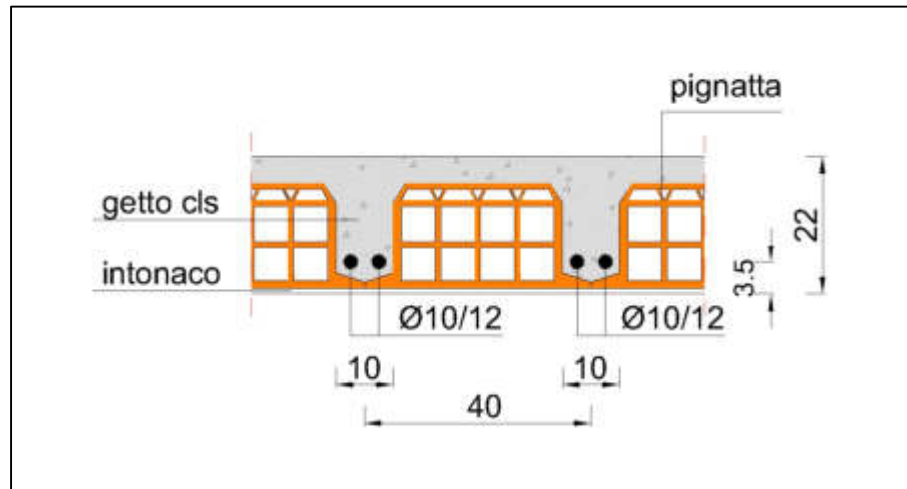


Planimetria indagini eseguite

DESCRIZIONE DELLA PROVA	P4
TRAVE IN C.A.	PIANO TERRA
NOTE: È stato rilevato copriferro di 2 cm per le staffe. Si ipotizza la presenza di staffe Ø14 e ferri Ø18	
 <p data-bbox="702 855 970 887">Sezione area di indagine</p>	
	

DESCRIZIONE DELLA PROVA	P5
SOLAIO IN LATEROCEMENTO	PIANO TERRA

NOTE: È stato rilevato copriferro di 3.5 cm. Si ipotizza la presenza di due ferri Ø10- Ø12

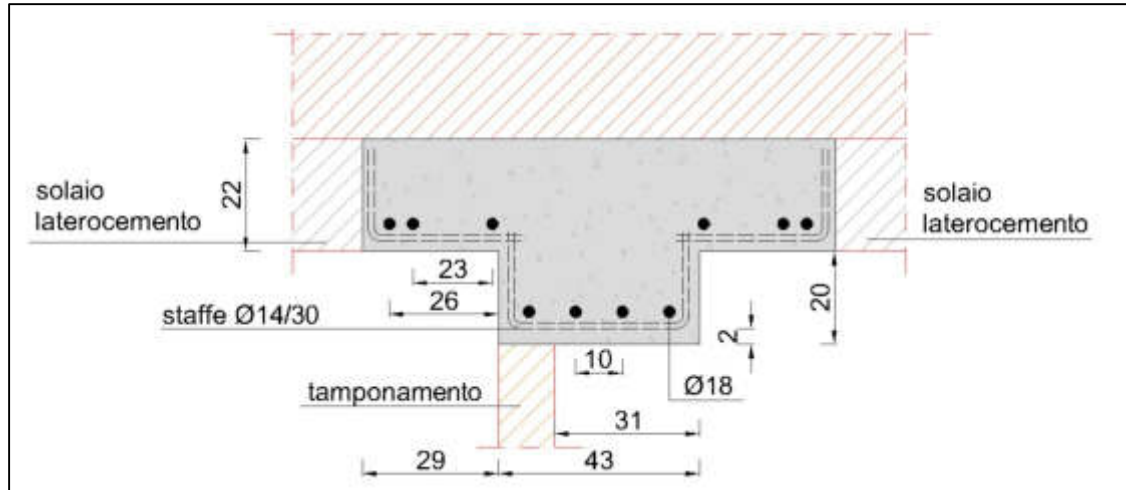


Sezione area di indagine



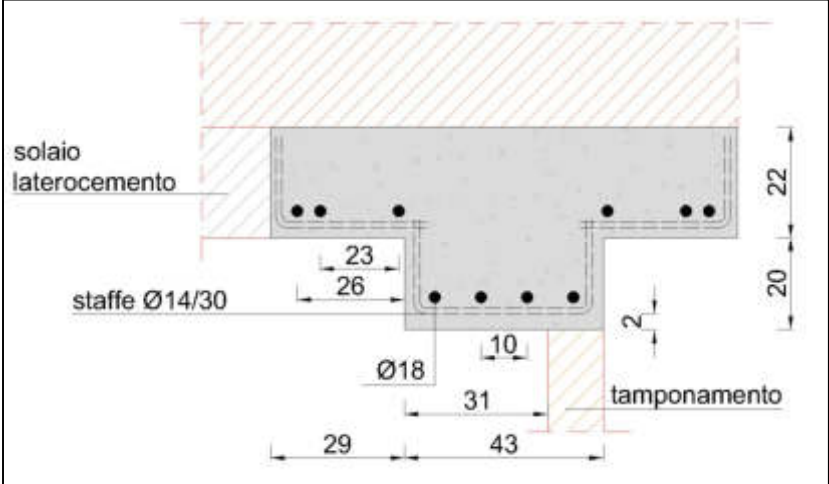


DESCRIZIONE DELLA PROVA	P6
TRAVE IN C.A.	PIANO TERRA

NOTE: È stato rilevato copriferro di 2 cm per le staffe. È stato rilevato un possibile ferro Ø12 del solaio. Si ipotizza la presenza di staffe Ø14 e ferri Ø18



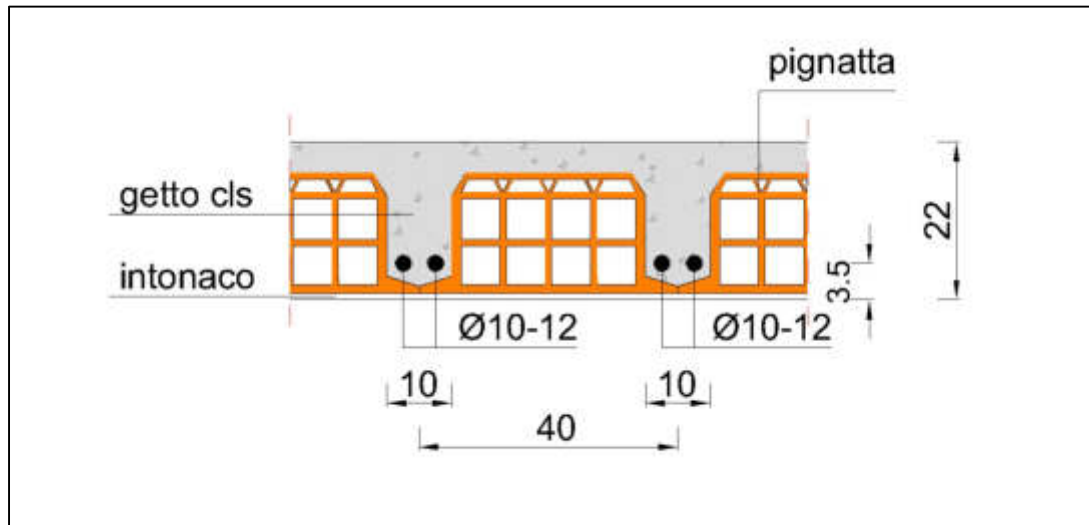
Sezione area di indagine



DESCRIZIONE DELLA PROVA	P7
TRAVE IN C.A.	PIANO TERRA
NOTE: È stato rilevato copriferro di 2 cm per le staffe. Si ipotizza la presenza di staffe Ø14 e ferri Ø18	
 <p data-bbox="703 853 967 880">Sezione area di indagine</p>	
	

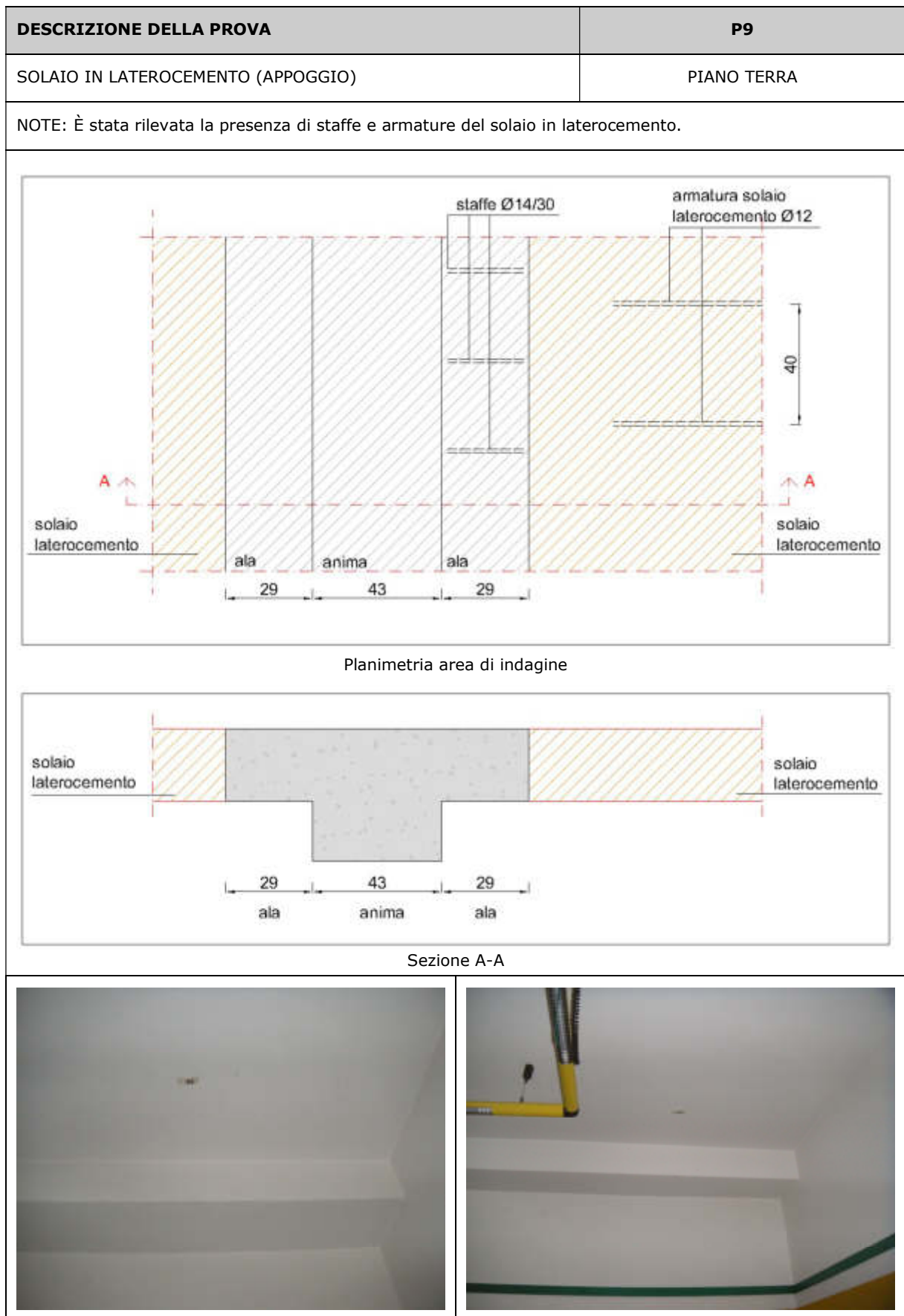
DESCRIZIONE DELLA PROVA	P8
SOLAIO IN LATEROCEMENTO	PIANO TERRA

NOTE: È stato rilevato copriferro di 3.5 cm. Si ipotizza la presenza di due ferri Ø10-Ø12



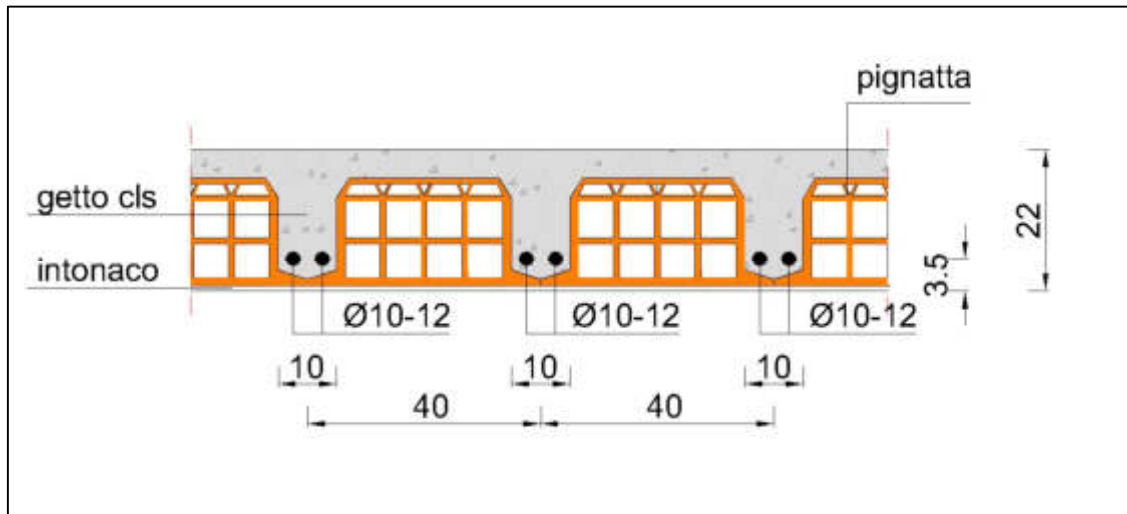
Sezione area di indagine



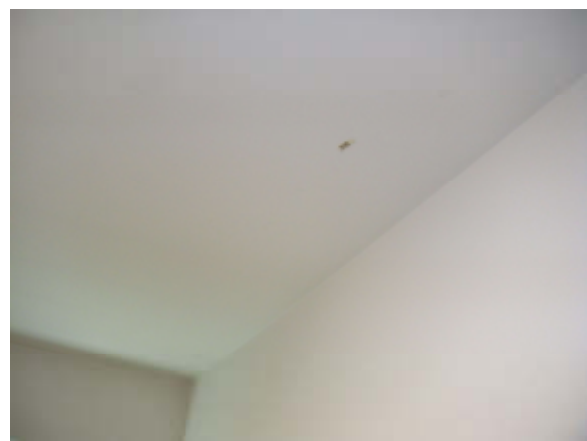


DESCRIZIONE DELLA PROVA	P10
SOLAIO IN LATEROCEMENTO	PIANO TERRA

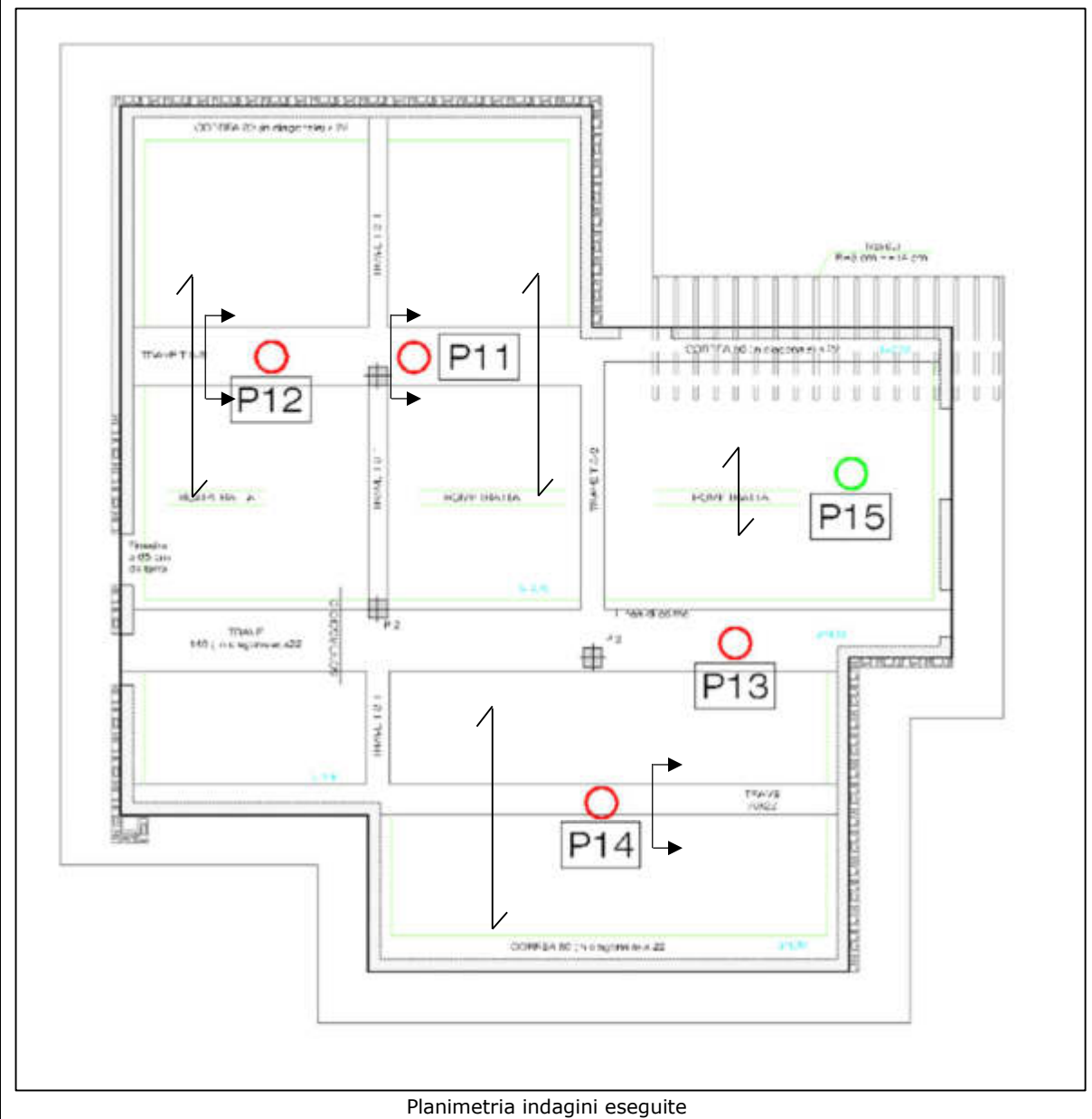
NOTE: È stato rilevato copriferro di 3.5 cm. Si ipotizza la presenza di due ferri Ø10-Ø12



Sezione area di indagine



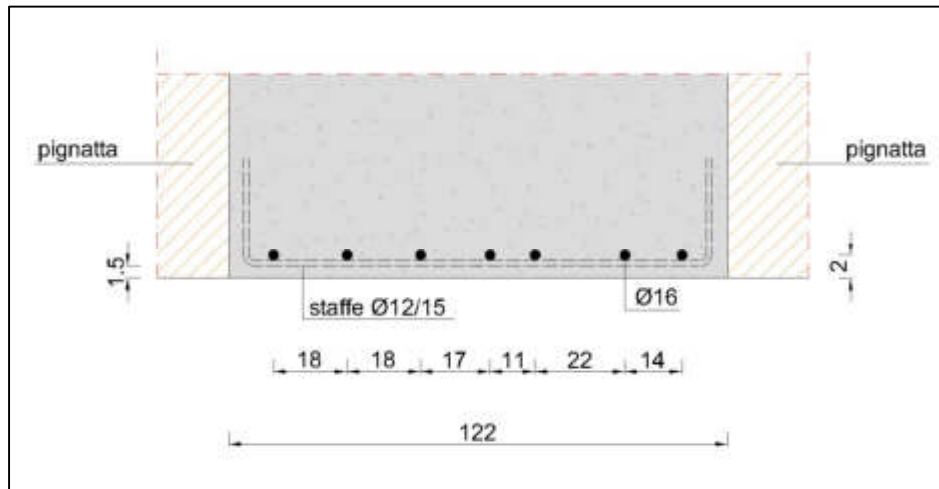
5.3 COPERTURA



Planimetria indagini eseguite

DESCRIZIONE DELLA PROVA	P11
TRAVE IN C.A.	COPERTURA

NOTE: Si ipotizza la presenza di staffe Ø12 e ferri Ø16

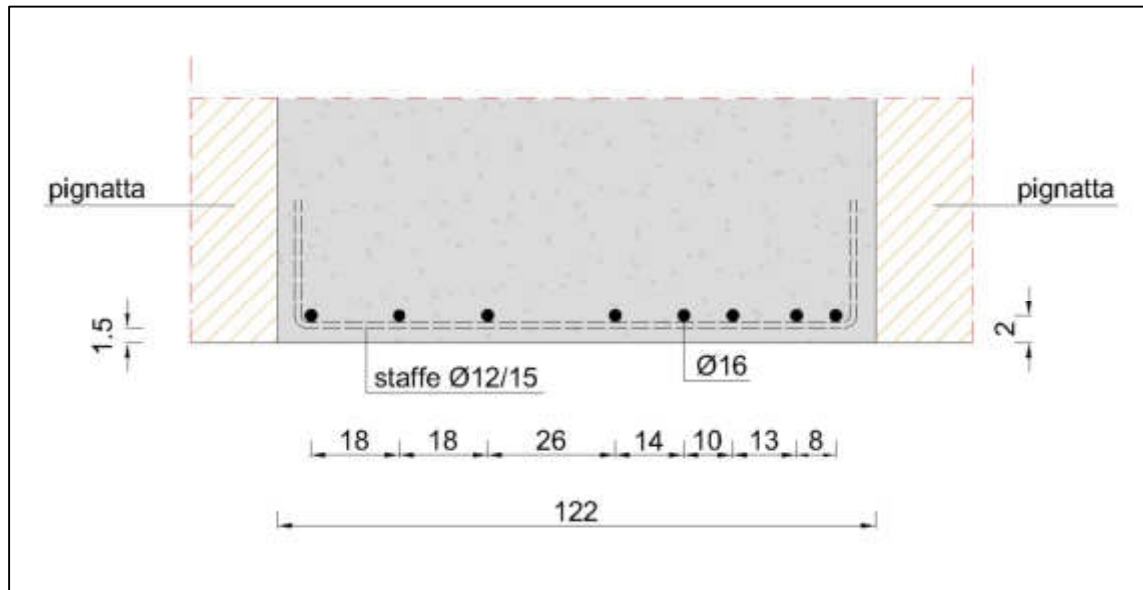


Sezione area di indagine



DESCRIZIONE DELLA PROVA	P12
TRAVE IN C.A.	COPERTURA

NOTE: Si ipotizza la presenza di staffe $\varnothing 12$ e ferri $\varnothing 16$

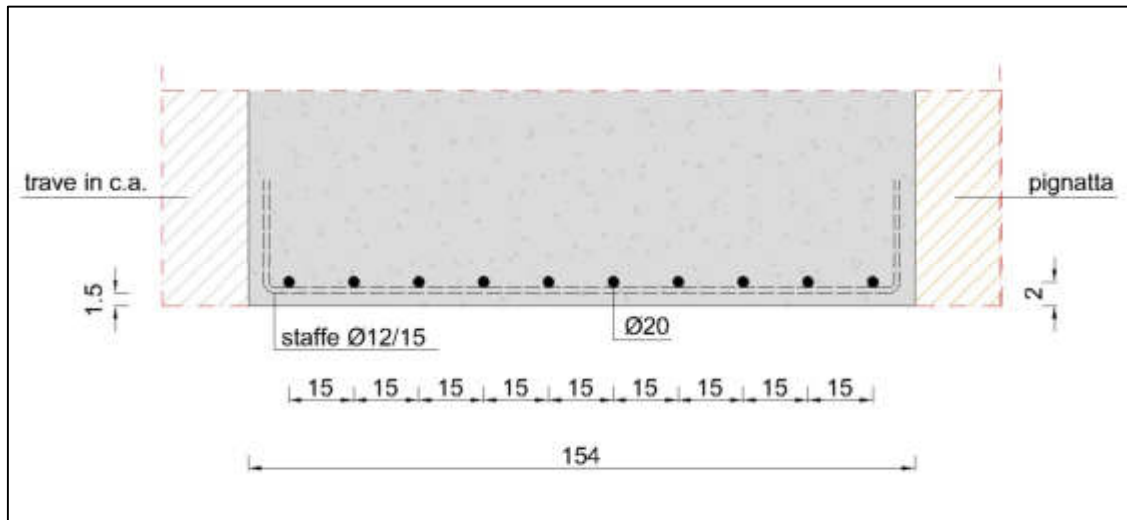


Sezione area di indagine



DESCRIZIONE DELLA PROVA	P13
TRAVE IN C.A.	COPERTURA

NOTE: Si ipotizza la presenza di staffe $\varnothing 12$ e ferri $\varnothing 20$

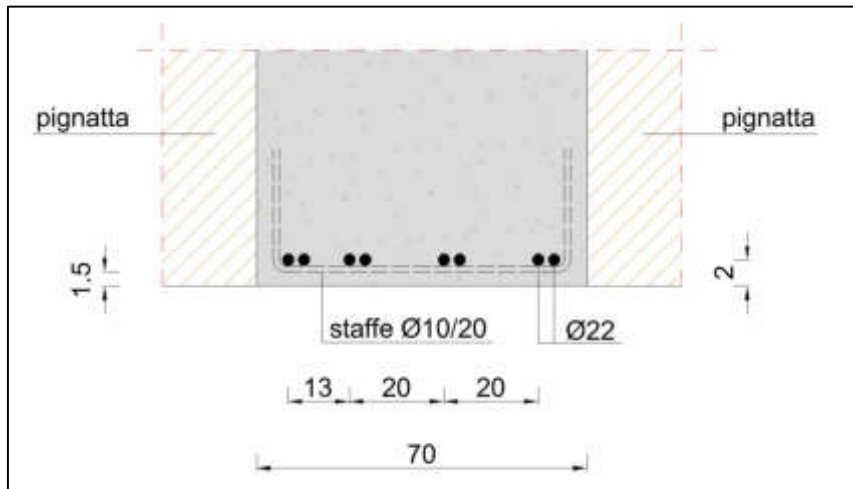


Sezione area di indagine



DESCRIZIONE DELLA PROVA	P14
TRAVE IN C.A.	COPERTURA

NOTE: Si ipotizza la presenza di staffe $\varnothing 10$ e ferri $\varnothing 22$

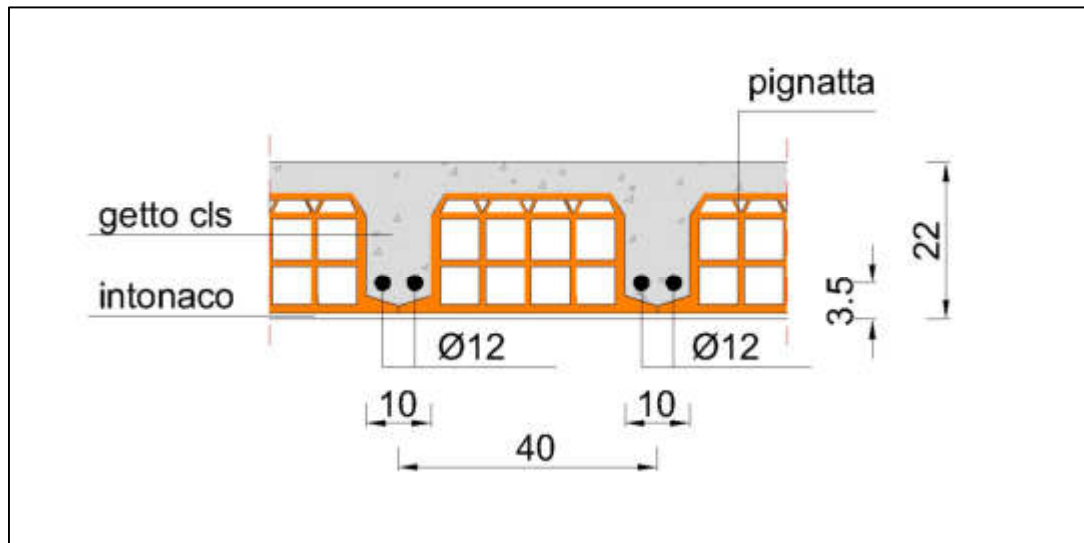


Sezione area di indagine



DESCRIZIONE DELLA PROVA	P15
SOLAIO IN LATEROCEMENTO	COPERTURA

NOTE: Si ipotizza la presenza di ferri Ø12.

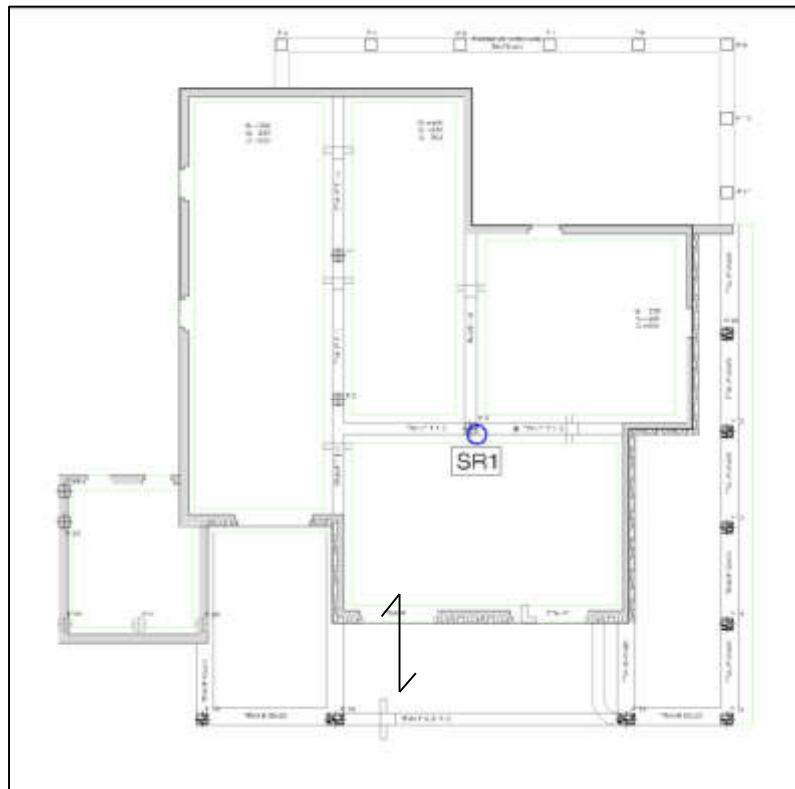


Sezione area di indagine



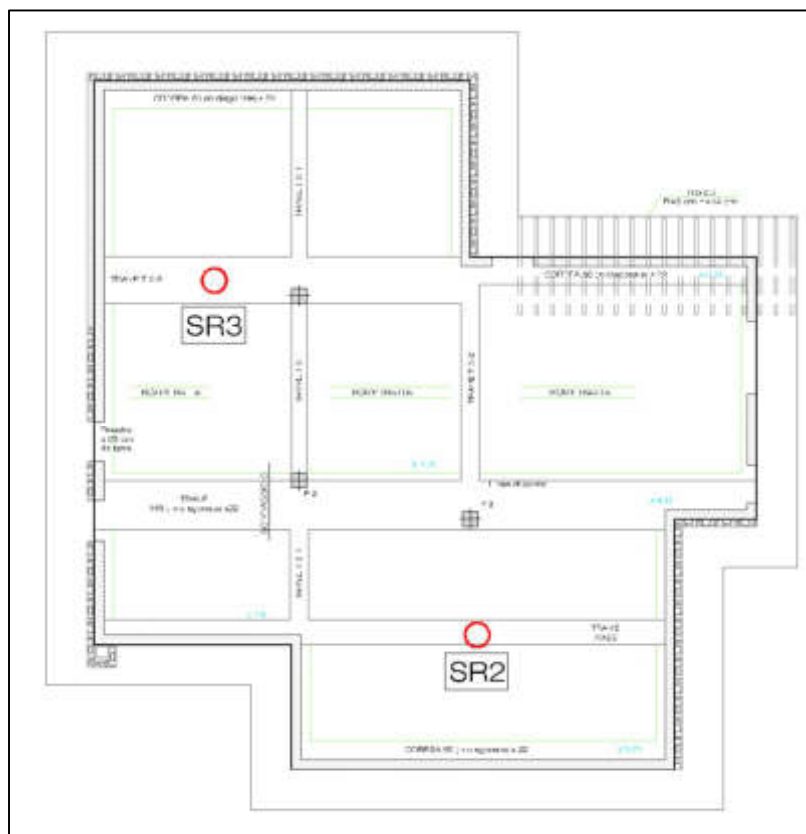
6. INDAGINI SONREB

6.1 PIANO INTERRATO



Planimetria indagini eseguite

6.2 COPERTURA



Planimetria indagini eseguite

Prove SonReb – Piano interrato:

Progressivo Elemento	Elemento Indagato	Indice di Rimbalzo dello sclerometro $\alpha = 90$										Rimbalzo medio	Percorso Ultrasuoni	L (cm)	t (sec)	V (m/sec)	Resistenza SONREB R_s			Resistenza Media Sonreb	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						RILEM (N/mm ²)	Gasparik (N/mm ²)	Di Leo (N/mm ²)	Media Valori (N/mm ²)	R cub. (N/mm ²)
SR 1	Pilastro c.a.	32	34	32	36	30	34	38	28	34	30	33	DIRETTO	40,00	102,00	3922	27	28	30	28	22
													DIRETTO	40,00	124,50	3213	16	19	18	18	
													DIRETTO	40,00	122,00	3279	17	20	19	19	

Prove SonReb – Piano copertura:

Progressivo Elemento	Elemento Indagato	Indice di Rimbalzo dello sclerometro $\alpha = 90$										Rimbalzo medio	Percorso Ultrasuoni	L (cm)	t (sec)	V (m/sec)	Resistenza SONREB R_s			Resistenza Media Sonreb	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						RILEM (N/mm ²)	Gasparik (N/mm ²)	Di Leo (N/mm ²)	Media Valori (N/mm ²)	R cub. (N/mm ²)
SR 2	Trave c.a.	38	36	34	36	38	36	38	38	36	36	37	INDIRETTO	20,00	60,00	3333	21	24	22	22	23
													INDIRETTO	20,00	58,60	3413	22	25	24	23	
													INDIRETTO	20,00	57,50	3478	23	25	25	24	
SR 3	Trave c.a.	40	42	38	40	42	44	42	40	38	40	41	INDIRETTO	20,00	62,00	3226	22	25	23	23	24
													INDIRETTO	20,00	61,00	3279	23	26	24	24	
													INDIRETTO	20,00	62,50	3200	21	25	23	23	

7. CONCLUSIONI

Sono state eseguite delle indagini strutturali della scuola materna di Via Pradelli a Berbenno (SO).

Indagini pacometriche

Sono state eseguite indagini pacometriche al fine di caratterizzare le strutture, in particolare travi e solai.

Prove su calcestruzzo – SonReb:

N° PROVA	Elemento Strutturale	PIANO	Indagine Sclerometrica	Prova Sonreb
			Media Indice Rimbalzo	N/mm ²
SR 1	Pilastro c.a.	Piano interrato	33	22
SR 2	Trave c.a.	Piano copertura	37	23
SR 3	Trave c.a.	Piano copertura	41	24

La società garantisce che le prove sono state eseguite secondo le prescrizioni impartite dalle normative di riferimento e che i dati riportati nel rapporto tecnico corrispondono a quanto rilevato durante la campagna di indagine in sito.

Lecco, 11 settembre 2020

MTS Engineering s.r.l.

Ing. Manuel Carsana