



**AEGIS**  
CANTARELLI + PARTNERS

**Comune di Concesio**

# MUNICIPIO DI CONCESIO

## ANALISI DEI RISULTATI DELLA CAMPAGNA DIAGNOSTICA SULLA STRUTTURA ESISTENTE

**IL TECNICO**

Dott. Ing. Stefano Tortella



Brescia, 22/11/2021

**E**  
COMUNE DI CONCESIO  
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE  
Protocollo N.0039941/2021 del 24/11/2021  
Firmatario: STEFANO TORTELLA



<b>1</b>	<b><u>PREMESSA</u></b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b><u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u></b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b><u>ACQUISIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA</u></b>	<b>6</b>
3.1	ANALISI STORICO - CRITICA	6
3.2	RILIEVO GEOMETRICO - STRUTTURALE	10
3.3	RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI	10
3.4	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI ED ELABORAZIONE DATI	11
3.4.1	CALCESTRUZZO	11
3.4.2	ACCIAIO	19
3.5	ANALISI CRITICA DEI RISULTATI DELL'INDAGINE DIAGNOSTICA	21
<b>4</b>	<b><u>VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STATICA DELL'EDIFICIO</u></b>	<b>22</b>
4.1	GEOMETRIA E DETTAGLI COSTRUTTIVI	23
4.2	MATERIALI	24
4.2.1	PILASTRI	24
4.2.2	TRAVI E SOLAI	24
4.3	DEFINIZIONE CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO	25
4.3.1	DEFINIZIONE STRATIGRAFIE E CARICHI	25
4.3.2	COMBINAZIONI DI CARICO AZIONI STATICHE – SLU	29
4.4	MODELLO NUMERICO	31
4.5	PRINCIPALI RISULTATI E VERIFICHE STATICHE SLU	33
4.5.1	PILASTRI – STATO LIMITE ULTIMO	33
4.5.2	TRAVI PRINCIPALI – STATO LIMITE ULTIMO	40
4.5.3	SOLAI – STATO LIMITE ULTIMO	50
4.5.4	VALUTAZIONE FINALE VERIFICHE SLU – STATO LIMITE ULTIMO	52
4.6	PRINCIPALI RISULTATI E VERIFICHE STATICHE SLU CON RIDUZIONE DEI CARICHI UTILI	53
4.6.1	PILASTRI – CONDIZIONE SLU CON $ZV, I=0$ AL SECONDO E TERZO IMP, PRIMO IMP. PUNTELLATO	55
4.6.2	TRAVI PRINCIPALI – CONDIZIONE SLU CON $ZV, I=0$ AL SECONDO E TERZO IMP, PRIMO IMP. PUNTELLATO	59
4.6.3	SOLAIO – CONDIZIONE SLU $ZV, I=0$ AL SECONDO E TERZO IMP, PRIMO IMP. PUNTELLATO	66
<b>5</b>	<b><u>CONCLUSIONI E INDICAZIONI PER L'AUMENTO DELLA SICUREZZA</u></b>	<b>67</b>

## 1 PREMESSA

Oggetto del presente documento è l'analisi dei risultati derivanti dalla Campagna Diagnostica effettuata sull'edificio esistente sito in Piazza Paolo VI, 1, Concesio (BS), sede dell'attuale Municipio di Concesio.

In Figura 1 viene individuato l'edificio oggetto di indagine; si tratta di una costruzione risalente all'inizio degli anni 60', costituita da due piani fuori-terra e un piano interrato, con una dimensione in pianta di 430 mq per il piano interrato e 640mq per i piani superiori. La struttura esistente è costituita da pilastri e travi in calcestruzzo armato, con presenza di pareti di calcestruzzo gettato in opera, in corrispondenza dei nuclei scale e in alcune porzioni di perimetro dell'edificio.

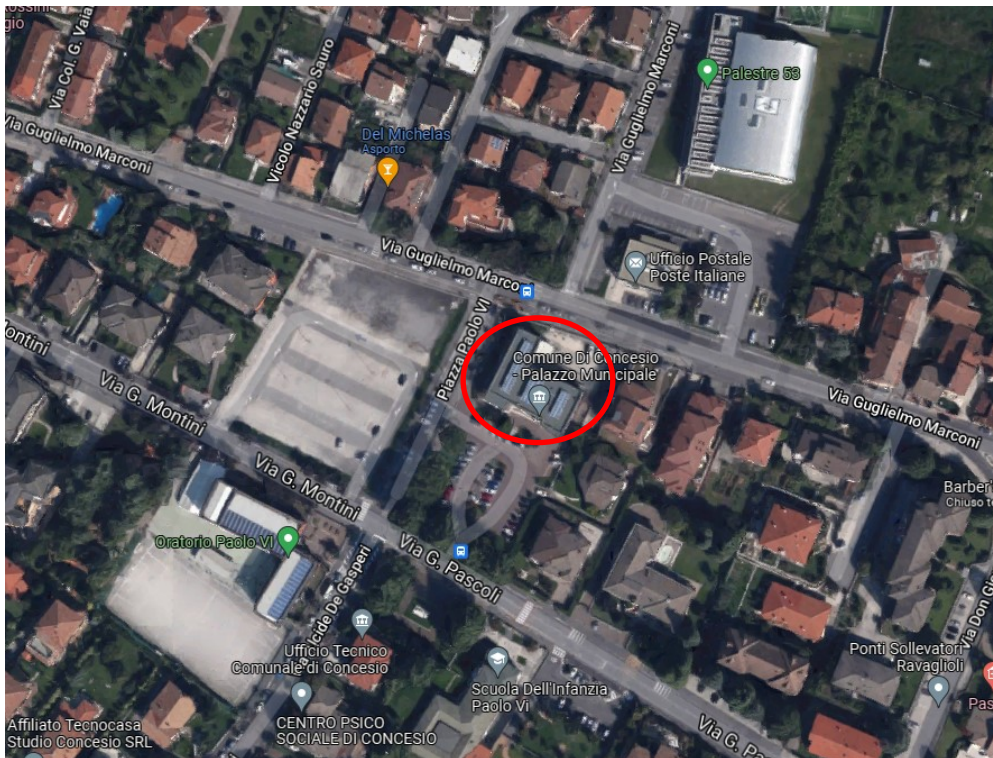


Figura 1 - Individuazione Municipio di Concesio

Nell'ambito del *Progetto di strip-out e rifunzionalizzazione dell'edificio esistente e Ampliamento con realizzazione di una nuova ala strutturalmente indipendente rispetto al c.d.f oggetto della presente relazione*, è stata concordata con l'Amministrazione l'esecuzione, sul manufatto esistente, di una riqualificazione strutturale atta all'aumento della sicurezza strutturale (Intervento di miglioramento, cap 8.4, Norme tecniche per le costruzioni - NTC2018).

In accordo al cap. 8.3 – NTC2018, l'intervento di miglioramento risulta imprescindibile dalla valutazione della sicurezza dell'edificio allo stato di fatto. Tale valutazione è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla Normativa Vigente. La valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

Per poter eseguire la valutazione della sicurezza secondo le NTC 2018, risulta necessaria l'acquisizione del livello di conoscenza LC (LC1, LC2 e LC3) a cui associare il relativo fattore di confidenza FC. Quest'ultimo riflette le incertezze relative alla stima della resistenza dei materiali, ai dettagli costruttivi e, più in generale, quelle associate all'intero comportamento strutturale.

L'edificio oggetto del presente documento è stato sottoposto a campagna diagnostica, atta al raggiungimento del livello di conoscenza LC1. Tale livello si intende raggiunto quando:

- I. sia stata effettuata l'analisi storico-critica commisurata al livello considerato,
- II. la geometria della struttura sia nota in base ai disegni originali o a un rilievo,
- III. i dettagli costruttivi siano stati ricavati sulla base di un progetto simulato e con indagini limitate in-situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi più importanti,
- IV. per le caratteristiche meccaniche dei materiali si siano adottati i valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca, convalidati da prove limitate in-situ sugli elementi più importanti.

Relativamente alla campagna diagnostica, le indagini sono state predisposte dallo Scrivente e indicate all'interno degli elaborati di seguito riportati e allegati alla presente relazione (ALLEGATO A). Tale documentazione è stata protocollata in data 04/06/2021.

ELENCO ELABORATI CAMPAGNA DIAGNOSTICA		
		RELAZIONE TECNICA Campagna diagnostica Municipio Concesio
STR	01	PIANTA FONDAZIONI INTERRATO - Campagna diagnostica fondazioni pilastri muri
STR	02	PIANTA PRIMO IMPALCATO - Campagna diagnostica travi e solai
STR	03	PIANTA FONDAZIONI PIANO TERRA - Campagna diagnostica fondazioni
STR	04	PIANTA SECONDO IMPALCATO - Campagna diagnostica pilastri e muri
STR	05	PIANTA SECONDO IMPALCATO - Campagna diagnostica travi e solai
STR	06	PIANTA TERZO IMPALCATO - Campagna diagnostica pilastri e muri
STR	07	PIANTA TERZO IMPALCATO - Campagna diagnostica travi e solai

Le indagini sono state commissionate da parte della Committenza alla ditta P&P Consulting nel mese di 12/07/2021. A seguito di analisi del materiale di cui sopra e opportuno confronto con lo Scrivente, la ditta si è occupata dello svolgimento della campagna diagnostica in data 9-13 agosto 2021 e 25-26 agosto 2021.

Una anticipazione dei risultati dell'indagine, in particolare in relazione alle geometrie e dettagli costruttivi, è stata ricevuta dalla ditta P&P Consulting in data 07/09/2021. La prima versione della relazione finale "*Rapporto Tecnico di prova, Indagini Diagnostiche e Conoscitive*" è stata ricevuta dalla ditta P&P Consulting in data 20/09/2021. La seconda e ultima versione della relazione della campagna diagnostica è stata ricevuta e protocollata in data 25/10/2021 (ALLEGATO B, della presente relazione).

La presente relazione contiene una valutazione critica dei risultati derivanti dall'analisi storica/documentale e dell'indagine diagnostica effettuata, e le conseguenti considerazioni nell'ambito della valutazione della sicurezza dell'edificio allo Stato di Fatto.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018
- *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Settembre 2017.*

## 3 ACQUISIZIONE DEL LIVELLO DI CONOSCENZA

### 3.1 ANALISI STORICO - CRITICA

L'analisi dell'edificio esistente, in accordo alla normativa vigente (par. 8.5.1, *Analisi Storico – Critica*) è stata sviluppata a partire dalla seguente documentazione di riferimento:

- **Elaborati strutturali/architettonici**, a firma Geom. Venturelli, Geom. Damiani del 1964-1965, forniti dall'Ufficio Tecnico del Comune (non allegati al presente documento in quanto già in possesso dell'Amministrazione).

Tali elaborati contengono informazioni geometriche parziali della struttura esistente (indicazione maglia strutturale, geometria travi, pilastri, pareti in calcestruzzo e muratura). Completamente assenti indicazioni relative ai dettagli costruttivi (armature, collegamenti) e alle caratteristiche meccaniche dei materiali.

- **Collaudo statico**, a firma del Dott. Ing. Pier di Pietro del **1965**, fornito dall'Ufficio Tecnico del Comune (non allegati al presente documento in quanto già in possesso dell'Amministrazione).

Tale documento contiene informazioni aggiuntive, seppur limitate, relativamente alla struttura portante dell'edificio oggetto di indagine e tecnologia realizzativa: travi e pilastri in c.a, pareti perimetrali in calcestruzzo, solai di massima luce 6.20m realizzati in laterizio armato 20+3, ad esclusione del solaio della sala Consigliare a orditura incrociata. Non sono presenti riferimenti ad indagini distruttive su materiali utilizzati per la costruzione dell'edificio.

- **Certificato di idoneità statica**, a firma del Dott. Ing. Gianpietro Bocchi in data **22/02/2003**, fornito dall'Ufficio Tecnico del Comune.

Si precisa che il certificato di idoneità statica del 2003 è basato sull'analisi degli elaborati architettonici e strutturali depositati in Comune (in questo caso completamente assenti, come esplicitato da Ing. Bocchi a pag.1 e pag.2 del Certificato di Idoneità statica), verifiche visive della situazione allo stato di fatto sia internamente che esternamente all'edificio e verifiche della qualità dei materiali tramite prove non distruttive (nel caso specifico prove sclerometriche e pacometriche). Per quanto riguarda le prove sclerometriche sono stati indagati tre elementi in c.a (due pilastri del piano interrato e una trave del primo impalcato) e il risultato delle prove è stato ritenuto soddisfacente (si veda pag. 5 del Certificato di idoneità statica). Si precisa che tale esito risulta coerente con i risultati delle prove sclerometriche ottenuti nella Campagna Diagnostica eseguita da P&P, ma, come illustrato al cap 3.4 della presente relazione, il risultato delle prove sclerometriche risulta essere influenzato dal fenomeno di carbonatazione del calcestruzzo (degrado del calcestruzzo esistente) che provoca l'indurimento dello strato superficiale del calcestruzzo e dunque una alterazione dell'indice di rimbalzo dello strumento di misura.

- **Analisi della Vulnerabilità Sismica tramite metodo convenzionale di edifici strategici e rilevanti**, in accordo all'OPCM 3274 20 marzo 2003 e successive ordinanze regionali, documentazione reperita dallo Scrittore.
  - Stante l'OPCM 3274, del 20 marzo 2003, che dispone per la prima volta l'obbligo di procedere a verifica degli edifici e delle opere infrastrutturali di interesse strategico per le finalità di protezione civile e rilevante in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso in seguito ad un evento sismico, e individua (nell'ALLEGATO A) la classificazione sismica dei Comuni Italiani;
  - Stante il D.d.u.o n°19904, del 21 novembre 2003, in cui la Regione Lombardia approva l'elenco delle tipologie degli edifici e opere infrastrutturali strategiche e rilevanti da sottoporre a verifica e fissa il programma temporale delle verifiche di cui alla OPCM 3274; In particolare l'ordinanza indica due fasi per le verifiche:

FASE A: Verifiche di Vulnerabilità sugli Edifici e sulle Opere Infrastrutturali Strategiche e Rilevanti dei Comuni siti in Zona 2 ed in Zona 3, tramite valutazione speditiva, sulla base delle macro-caratteristiche della struttura ed eventuali quadri lesionativi;

FASE B: Verifiche Tecniche delle Opere per le quali la fase A ha portato ad un valore di vulnerabilità al di sopra della soglia massima stabilita in funzione del rischio accettabile per il territorio regionale (soglia stabilita pari a 50, nel D.d.u.o. 17 giugno 2011 - n. 5516);

- Visto che l'edificio in questione si trova nel Comune di Concesio, **zona sismica 3** (in accordo all'ALLEGATO A dell'OPCM 3274); e visto che si tratta di un **edificio strategico**, in quanto sede di amministrazione Comunale (in accordo al D.d.u.o n°19904):

l'edificio oggetto di studio compare nell'*ALLEGATO A* del D.d.u.o. 17 giugno 2011 - n. 5516, al **progressivo 2445**, con valore di vulnerabilità pari a **30,2**. Essendo tale valore inferiore al valore soglia (pari a 50 per la Regione Lombardia) ci si è fermati alla FASE A (verifica tramite valutazione "speditiva" della struttura), non procedendo con la FASE B (Verifica Tecnica dell'Opera), in accordo alla normativa di riferimento.

Come già evidenziato, nella FASE A veniva individuata la vulnerabilità sismica di un edificio attraverso un metodo convenzionale e speditivo, basato sulle macro-caratteristiche della struttura e eventuali quadri lesionativi, senza misura diretta della resistenza dei materiali.

- **Elaborato grafico Piano di Emergenza Intercomunale di Protezione Civile della Comunità Montana di Valle Trompia, ANALISI DEL TESSUTO URBANIZZATO, Comune di Concesio, Carta n°2a-est**, aggiornamento di marzo 2013, in cui è evidenziato il Municipio di Concesio come struttura strategica.

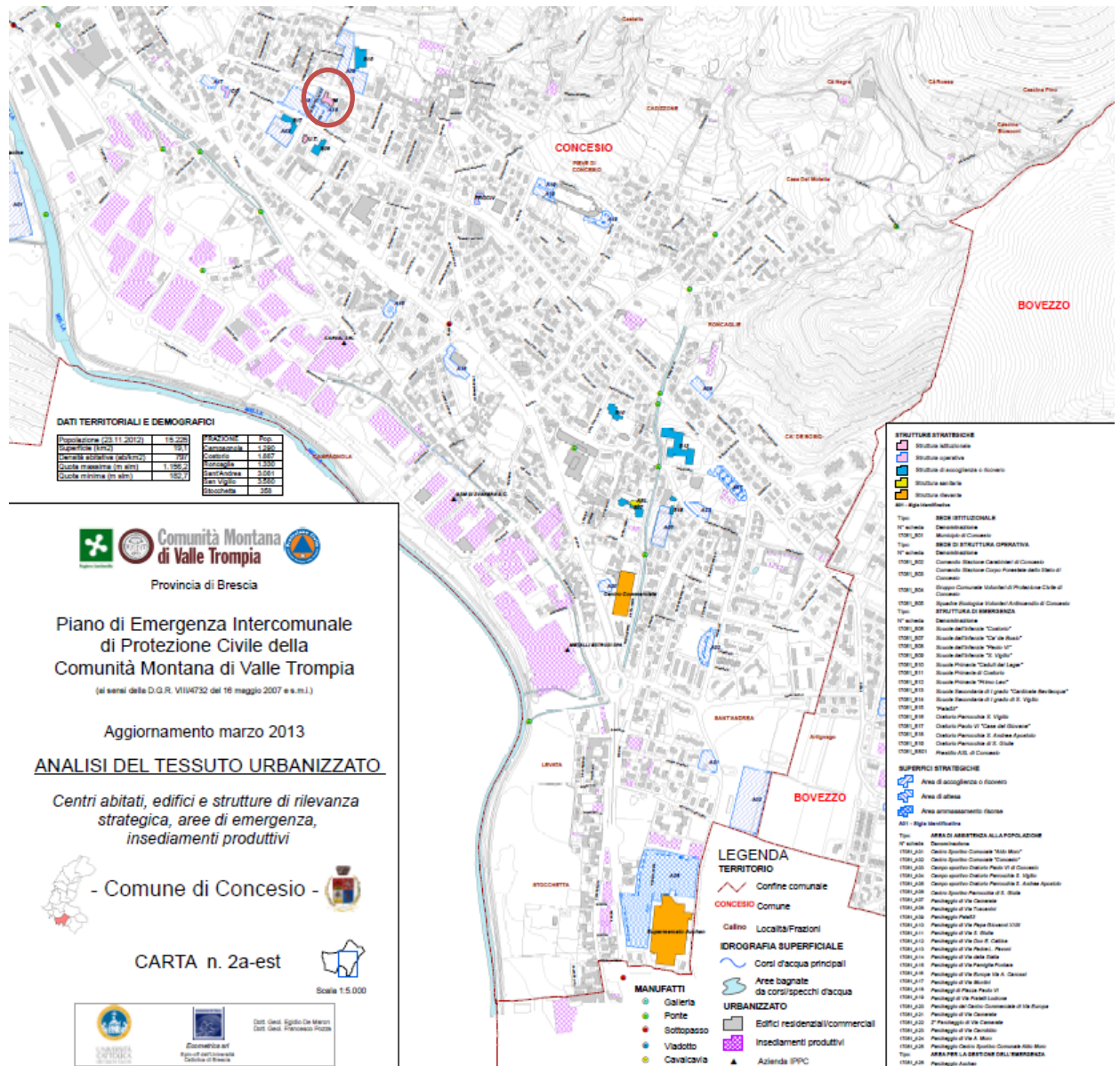


Figura 2 - Immagine estratta dal Piano di Emergenza Intercomunale di Protezione Civile della Comunità Montana di Valle Trompia

### 3.2 RILIEVO GEOMETRICO - STRUTTURALE

In accordo alla Normativa Vigente, per il raggiungimento del minimo livello di conoscenza LC1 e per la definizione del modello di riferimento per le analisi-verifiche, è necessario che la geometria della struttura sia nota in base ai disegni originali (effettuando un rilievo visivo a campione per verificare l'effettiva rispondenza del costruito ai disegni) o un rilievo.

Nel caso in oggetto, la geometria della struttura esistente è stata parzialmente definita sulla base della documentazione indicata al par. 3.1 del presente documento, con rilievo a campione effettuato in sede di indagine diagnostica per verifica della rispondenza tra costruito e disegni. Il rilievo a campione ha confermato le geometrie indicate negli elaborati architettonici-strutturali dell'epoca.

Le geometrie non note sono state rilevate durante i sopralluoghi effettuati dallo Scrivente nei mesi di luglio 2021 e settembre 2021, e durante la campagna diagnostica effettuata dalla ditta P&P, i cui risultati sono indicati all'interno degli allegati della relazione *"Rapporto Tecnico di prova, Indagini Diagnostiche e Conoscitive"* prodotta da P&P e allegata alla presente relazione (ALLEGATO B). Le risultanze del rilievo geometrico – strutturale, con le effettive dimensioni di travi e pilastri, sono riportate all'interno degli elaborati strutturali costituenti l'ALLEGATO C del presente documento.

E' stato, inoltre, effettuato un rilievo a campione delle fondazioni attraverso cui si è definita la profondità d'imposta, le dimensioni e la tipologia delle stesse, per confronto e conferma delle geometrie riportate nei disegni originali. Non risultano necessarie ulteriori verifiche del sistema di fondazione in quanto non sussistono condizioni riportate al Cap. 8.3 della Normativa Vigente (dissesti della struttura dovuti a cedimenti delle fondazioni, condizioni morfologiche sfavorevoli, possibili fenomeni di liquefazione).

### 3.3 RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI

Per il raggiungimento del minimo livello di conoscenza LC1 e la definizione del modello di riferimento per le analisi-verifiche, non disponendo dei disegni costruttivi, i dettagli costruttivi sono stati desunti da indagini limitate in situ sulle armature e sui collegamenti presenti negli elementi più importanti; la quantità e disposizione dell'armatura è stata verificata per almeno il 15% degli

elementi, come indicato in Tabella C5.8.V Circolare 21 gennaio 2019 n. 7), privilegiando tra le tipologie di elementi strutturali quelle che rivestono un ruolo di primaria importanza nella struttura.

Tali risultanze hanno permesso di individuare l'armatura presente nei principali elementi strutturali (solai, travi e pilastri), come riportato nell'allegato della relazione "Rapporto Tecnico di prova, Indagini Diagnostiche e Conoscitive" prodotta da P&P e allegata alla presente relazione (ALLEGATO B).

È stata anche verificata l'assenza di armatura nelle pareti in getto di calcestruzzo in corrispondenza dei nuclei scale e in alcune porzioni di perimetro dell'edificio.

### 3.4 CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI ED ELABORAZIONE DATI

In accordo alla Normativa Vigente, per il raggiungimento del minimo livello di conoscenza LC1 e la definizione del modello di riferimento per le analisi-verifiche, non disponendo di informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali (provenienti da disegni costruttivi o dai certificati di prova), si sono adottati i valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca da convalidare tramite prove limitate in situ sugli elementi più importanti. In particolare, in accordo alla normativa vigente, in sede di campagna diagnostica, sono stati effettuati per ogni elemento "primario" (trave, pilastro) n°1 provino di cls per 300mq di piano dell'edificio e n° 1 campione d'armatura per piano dell'edificio (prove distruttive), corredate e/o parzialmente sostituite da prove non distruttive ("ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive" - tab. C8.5.V e C8.5.VI NTC18 e Circolare 21 gennaio 2019 n. 7).

Sulla base delle indicazioni fornite negli elaborati della campagna di indagine redatta dallo Scrivente (ALLEGATO A del presente documento), sono quindi state eseguite le prove indicate nel seguito.

#### 3.4.1 CALCESTRUZZO

##### 3.4.1.1 RISULTATI CAMPAGNA DIAGNOSTICA

**Prove distruttive su calcestruzzo:** n° 15 estrazioni di provini di calcestruzzo, diffusamente su travi, pilastri e setti per ogni impalcato, e analisi di carbonatazione e schiacciamento dei provini in laboratorio.

Nella tabella seguente vengono raccolte in sintesi le caratteristiche dei provini estratti e contestualmente si presentano i risultati ottenuti dalle prove di compressione e di carbonatazione (Tabella estratta dalla relazione di P&P – ALLEGATO B del presente documento):

PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE IN CALCESTRUZZO										
ID	Elemento strutturale	Livello	L <sub>carota estratta</sub> [cm]	P <sub>carbonat.</sub> [cm]	Ø [mm]	H <sub>carota</sub> [mm]	O/H	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	R <sub>c carota</sub> [Mpa]	Tipo rottura*
C1	Pilastro	PI	14,5	2	74	74	1/1	2300	15,7	S
C2	Setto	PI	15	13	74	74	1/1	2310	9,5	S
C3	Trave	PI	16,5	8	74	74	1/1	2250	14,5	S
C4	Trave	PI	15,5	15,5	74	74	1/1	2240	9,4	S
C5	Pilastro	PT	10,5	10,5	74	74	1/1	2260	7,9	S
C6	Pilastro	PT	15,5	15,5	74	74	1/1	2290	10,3	S
C7	Pilastro	PT	13	10	74	74	1/1	2170	6,0	S
C8	Setto	PT	14	14	74	74	1/1	2180	5,3	S
C9	Pilastro	PT	21	3,5	74	74	1/1	2100	4,9	S
C10	Trave	P1	17,5	2	74	74	1/1	2330	9,6	S
C11	Setto	P1	17	17	74	74	1/1	2270	5,6	S
C12	Trave	P1	16,5	1,5	74	74	1/1	2350	20,9	S
C13	Pilastro	P1	15,5	1	74	74	1/1	2260	11,7	S
C14	Setto	P1	17	17	74	74	1/1	2320	6,4	S
C15	Pilastro	P1	16	1,5	74	74	1/1	2220	7,2	S

\*Tipo di rottura: S = soddisfacente (bitronco-conica); A=K = non soddisfacente.

Come visibile dalla tabella, ad esclusione del provino C12, le prove di compressione sui provini forniscono risultati di R<sub>c</sub> - Resistenza cubica carota a rottura - variabili tra i 14 Mpa e i 5Mpa, valori molto bassi rispetto a un normale calcestruzzo. Si pensi che le attuali normative prescrivono R<sub>ck</sub> minimo per calcestruzzo strutturale pari a 20 Mpa (C16/20) e fanno riferimento al valore caratteristico ovvero al valore di resistenza corrispondente al frattile con probabilità del 5 % di non essere superata (ovvero con probabilità del 95 % di essere superata), consentendo di passare dal valore caratteristico al valor medio tramite l'espressione  $f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{Mpa}$ , con  $f_{ck} = 0.83 R_{ck}$ . In sostanza la resistenza media di un calcestruzzo strutturale prescritto dalla normativa attuale risulta 3-5 volte superiore rispetto ai valori di resistenza a rottura ottenuti sui calcestruzzi oggetto di indagine.

La scarsa qualità del calcestruzzo in opera risulta essere caratteristica omogenea e comune a tutti gli elementi strutturali in sito (pareti, travi e pilastri).

Significativo, inoltre, come evidenziato all'interno della relazione di P&P, che non sia stato possibile prelevare la carota denominata con la sigla C16 (si vedano allegati della relazione di P&P) a causa dell'incoerenza del calcestruzzo di tale parete.

Si evidenzia, poi, che tutti i provini sono caratterizzati da uno stato di degrado significativo: lo strato carbonatato risulta essere molto profondo, con modifica del PH del materiale e conseguente esposizione delle armature alla corrosione e contrazione della pasta, quindi fessurazione.

**Prove non distruttive su calcestruzzo:** come indicato nella relazione redatta da P&P, sulla base delle indicazioni dello Scrivente, sono state effettuate prove non distruttive (sclerometriche, ultrasoniche e Son-Reb), che hanno permesso di confermare le evidenze delle prove distruttive.

Si riporta, in particolare, la tabella che riassume i risultati ottenuti nei punti d'indagine ove, disponendo di dati provenienti dalle prove soniche e sclerometriche, è stato possibile applicare il metodo SonReb (combinazione di prove soniche e sclerometriche tramite opportune correlazioni da bibliografia).

CORRELAZIONE MEDIANTE METODO SonReb								
ID	Elemento strutturale	Livello	MIR	V <sub>media</sub> [m/s]	Norme RILEM	Gasparik	Di Leo-Pascal	R <sub>cub Sonreb</sub> [MPa]
SR1	Pilastro	PI	42	2852	16,7	20,9	17,7	18,4
SR2	Trave	PI	34	1844	4,0	7,2	4,9	5,3
SR3	Pilastro	PI	29	1651	2,4	4,8	3,1	3,4
SR4	Trave	PI	43	2870	17,6	21,8	18,4	19,3
SR6	Pilastro	PT	38	3244	20,3	23,5	21,8	21,9
SR7	Pilastro	PT	40	1386	2,4	5,2	2,9	3,5
SR8	Trave	PT	38	1552	3,0	6,0	3,6	4,2
SR9	Trave	P1	33	2158	5,8	9,3	6,9	7,3
SR10	Pilastro	P1	30	1501	2,0	4,2	2,6	2,9

Come visibile dalla tabella, le prove soniche e sclerometriche combinate forniscono risultati di Rc Sonreb (Resistenza cubica carota a rottura) compatibili con i valori ottenuti dalle prove distruttive.

Per quanto riguarda le prove sclerometriche (cap.3.2.2 Relazione di P&P Consulting), si evidenzia che i valori di resistenza ottenuti da tali prove indirette risultano essere molto maggiori rispetto a quelli ottenuti dalle altre. Come riportato a pag. 22 della relazione fornita da P&P, gli elevati valori sono dovuti alla presenza dello strato superficiale carbonatato che influisce aumentando l'indice di rimbalzo, rendendo quindi non del tutto significativa questa prova.

### 3.4.1.2 ELABORAZIONE DATI E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Come indicato al cap. 8.5.3 delle NTC 2018 *“I valori di progetto delle resistenze meccaniche dei materiali verranno valutati sulla base delle indagini e delle prove effettuate sulla struttura, tenendo motivatamente conto dell’entità delle dispersioni, prescindendo dalle classi discretizzate previste nelle norme per le nuove costruzioni”*. I valori di resistenza ottenuti dalle prove dovranno, quindi, essere ulteriormente elaborati e abbattuti del coefficiente FC e coefficienti parziali dei materiali, in accordo alla Normativa Vigente.

In particolare, come riportato al cap. C.8.5.3.2 della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7, per i valori di progetto della resistenza meccanica del calcestruzzo si deve far riferimento alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*, che permettono di individuare il valore della resistenza media del cls da utilizzare ai fini della valutazione della sicurezza di una struttura esistente, a partire dai risultati delle prove su carote di calcestruzzo.

Le Linee Guida evidenziano, innanzitutto, come la resistenza alla compressione, determinata su carota, è penalizzata dalla riduzione in quota parte del contributo proveniente dagli aggregati presenti sulla superficie laterale della carota. Tale effetto, a parità di diametro del provino, viene minimizzato per calcestruzzi di classe di resistenza elevata e si riduce al crescere della dimensione massima degli aggregati presenti. Questa riduzione di resistenza deve essere considerata nel calcolo della resistenza strutturale, tramite l'introduzione di un coefficiente moltiplicativo detto Fattore di disturbo  $F_d$ , da applicare al valore di resistenza di ciascuna carota:

*Tabella del fattore di disturbo in funzione della resistenza a compressione delle carote ( $h/d=1$ ;  $d=100$  mm)*

$f_{carota}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	10	20	25	30	35	40
$F_d$	1.10	1.09	1.08	1.06	1.04	1.00

Inoltre, al paragrafo 3.3 delle Linee Guida - *Prescrizioni specifiche per la stima della resistenza in situ mediante carotaggi da utilizzare nella valutazione di costruzioni esistenti*, si evidenzia che nel caso di costruzioni esistenti, non si deve far riferimento ai valori  $f_{ck}$  ed  $R_{ck}$ , bensì si calcolano i valori medi cilindrici  $f_m(n)_{is}$  o cubici  $R_m(n)_{is}$ , definiti come al punto a) del paragrafo 3.2, ai quali vanno applicati i “fattori di confidenza” che riducono preliminarmente, in base al livello di conoscenza conseguito nelle indagini conoscitive, i valori medi di resistenza dei materiali della struttura esistente. Di seguito si riporta la formulazione indicata al punto a) sopracitato:

a) *numero delle carote prelevate maggiore o eguale a 15*  
la resistenza cilindrica (cubica) caratteristica in situ  $f_{ck,is}$  ( $R_{ck,is}$ ) è il valore inferiore tra:

$$f_{ck,is} = f_{m(n),is} - 1.48 * s$$

$$f_{ck,is} = f_{is, lowest} + 4$$

dove:

$n$  = numero di campioni prelevati

$f_{m(n),is}$  = valore medio della resistenza a compressione degli  $n$  campioni (rammentando che per ciascun campione ( $i$ ), la resistenza  $f_{(i)}$  deve essere moltiplicata per il relativo Fattore di disturbo  $F_{d(i)}$ )

$f_{is, lowest}$  = valore minore fra le resistenze degli  $n$  campioni

$s$  = scarto quadratico medio

Al cap. 8.7.2 delle NTC2018, si esplicitano i fattori da utilizzare per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili e fragili. In particolare:

- Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi duttili si impiegano le proprietà dei materiali esistenti, determinate secondo le modalità indicate al § 8.5.3 delle NTC 2018 e Circolare, divise per i fattori di confidenza (FC) corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto. Al C8.7.2.3 della Circolare 21 gennaio 2019, si indicano come “duttili”: travi, pilastri e pareti inflesse con e senza sforzo normale.
- Per il calcolo della capacità di elementi/meccanismi fragili, le resistenze dei materiali si dividono per i corrispondenti coefficienti parziali e per i fattori di confidenza (FC) corrispondenti al livello di conoscenza raggiunto. Al C8.7.2.3 della Circolare 21 gennaio 2019, si indicano come “fragili”: meccanismi di taglio in travi, pilastri, pareti e nodi; pilastri e pareti soggetti a sforzi normali particolarmente elevati.

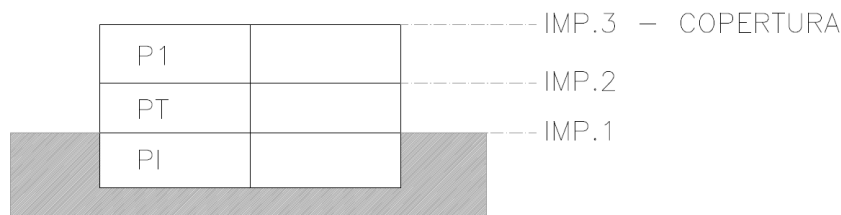
Come già indicato nei capitoli precedenti, per l'edificio in oggetto, la campagna di indagine precedentemente citata ha permesso il raggiungimento del livello di conoscenza minimo LC1, a cui corrisponde un fattore di confidenza FC=1.35.

A partire dalle risultanze ottenute dall'indagine diagnostica e applicando le procedure sopra descritte, in accordo alle Normative Vigenti e alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera, del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici*, è stato possibile definire le proprietà meccaniche del calcestruzzo, da utilizzare per le verifiche dello stato di fatto dell'edificio esistente.

In particolare, per la caratterizzazione dei materiali, si è fatto riferimento ai soli risultati delle prove dirette di compressione sui provini di calcestruzzo, sfruttando le prove indirette solo come verifica di coerenza dei risultati delle prove dirette.

Di seguito si riportano i valori della resistenza meccanica del calcestruzzo, da utilizzare per le verifiche:

Per il calcestruzzo si è deciso di suddividere l'elaborazione dei risultati della campagna diagnostica per ogni singola elevazione e impalcato, secondo la nomenclatura di seguito riportata, in modo da caratterizzare ogni possibile fase di getto differentemente.



							CORREZIONI VALORE DA PROVA		
							LINEE GUIDA		
	Elemento strutt	Livello	ø (mm)	H (mm)	ø/H	Rc,i (Mpa)	Fd	Rc, is, i L.G	Fc, is, i L.G
C1	Pilastro	PI	74	74	1	15.7	1.095	17.1915	14.268945
C2	Setto	PI	74	74	1	9.5	1.1	10.45	8.6735
C3	Trave	I Impalc	74	74	1	14.5	1.095	15.8775	13.178325
C4	Trave	I Impalc	74	74	1	9.4	1.1	10.34	8.5822
C5	Pilastro	PT	74	74	1	7.9	1.1	8.69	7.2127
C6	Pilastro	PT	74	74	1	10.3	1.1	11.33	9.4039
C7	Pilastro	PT	74	74	1	6	1.1	6.6	5.478
C8	Setto	PT	74	74	1	5.3	1.1	5.83	4.8389
C9	Pilastro	PT	74	74	1	4.9	1.1	5.39	4.4737
C10	Trave	II impalc	74	74	1	9.6	1.1	10.56	8.7648
C11	Setto	P1	74	74	1	5.6	1.1	6.16	5.1128
C13	Pilastro	P1	74	74	1	11.7	1.099	12.8583	10.672389
C14	Setto	P1	74	74	1	6.4	1.1	7.04	5.8432
C15	Pilastro	P1	74	74	1	7.2	1.1	7.92	6.5736
C12	Trave	III impalc	74	74	1	20.9	1.09	22.781	18.90823

Con:

- $R_{c,i}$  = Resistenza a compressione provino calcestruzzo con rapporto  $h/d=1$ ;
- $F_d$  = Fattore di disturbo;
- $R_{c, is, i}$  = Resistenza strutturale o "in sito", ovvero la resistenza cubica del calcestruzzo in opera;
- $F_{c, is, i}$  = Resistenza cilindrica del calcestruzzo in opera, pari a  $0.83 * R_{c, is, i}$ ;

In rosso il valore più alto, scartato nell'elaborazione dei risultati.

ELEVAZIONE P.I		ELEVAZIONE P.T	
FC	1.35	FC	1.35
GammaC	1.50	GammaC	1.50
Rm(n), is	13.82 Mpa	Rm(n), is	7.57 Mpa
fm(n), is	11.47 Mpa	fm(n), is	6.28 Mpa
DevSt = s	3.96 Mpa	DevSt = s	2.04 Mpa
fck, is Rel1	5.62 Mpa	fck, is Rel1	3.27 Mpa
fck, is Rel2	12.67 Mpa	fck, is Rel2	8.47 Mpa
fck, is secondo lettera a) LG	5.62 Mpa	fck, is secondo lettera a) LG	3.27 Mpa
Rck, is	6.77 Mpa	Rck, is	3.93 Mpa
fc, d dutt.	4.16 Mpa	fc, d dutt.	2.42 Mpa
fc, d frag.	2.77 Mpa	fc, d frag.	1.61 Mpa

ELEVAZIONE P.1		IMPALCATI	
FC	1.35	FC	1.35
GammaC	1.50	GammaC	1.50
Rm(n), is	8.49 Mpa	Rm(n), is	13.11 Mpa
fm(n),is	7.05 Mpa	fm(n),is	10.88 Mpa
DevSt = s	2.49 Mpa	DevSt = s	3.25 Mpa
fck, is Rel1	3.37 Mpa	fck, is Rel1	6.07 Mpa
fck, is Rel2	9.11 Mpa	fck, is Rel2	12.58 Mpa
fck, is secondo lettera a) LG	3.37 Mpa	fck, is secondo lettera a) LG	6.07 Mpa
Rck, is	4.06 Mpa	Rck, is	7.31 Mpa
fc, d dutt.	2.50 Mpa	fc, d dutt.	4.50 Mpa
fc, d frag.	1.66 Mpa	fc, d frag.	3.00 Mpa

Con:

- FC = fattore di confidenza
- GammaC = coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
- Rm(n), is = media aritmetica degli n valori Rc, is, i;
- fm(n), is = media aritmetica degli n valori Fc, is, i;
- DevSt = s = scarto quadratico medio;
- fck, is secondo lettera a) LG = resistenza cilindrica “caratteristica”, ottenuta come il minimo valore tra quelli calcolati adottando la Relazione1 e Relazione2, in accordo alla lettera a) delle Linee Guida (come indicato al par. 3.3 delle LG);
- Rck, is = resistenza cubica “caratteristica”, pari a fck, is/0.83;
- fc, d dutt. = resistenza di progetto a compressione per elementi/meccanismi duttili, pari a fck, is/FC;
- fc, d frag. = resistenza di progetto a compressione per elementi/meccanismi fragili, pari a fck, is/(FC \* GammaC);

Come si può notare dalle precedenti tabelle, i valori da adottare nelle verifiche degli elementi strutturali costituenti l’edificio (fc, d dutt e fc, d frag.) risultano essere omogeneamente e significativamente bassi per ogni elevazione del fabbricato. Si pensi che le attuali normative prescrivono Rck minimo per calcestruzzo strutturale pari a 20 Mpa (C16/20), con valori di resistenza di progetto a compressione fc, d pari a 9.06 Mpa.

### 3.4.2 ACCIAIO

#### 3.4.2.1 RISULTATI DELLA CAMPAGNA DIAGNOSTICA

**Prove distruttive su acciaio:** n° 9 estrazioni di provini di barre d'armatura, diffusamente su travi e pilastri per ogni piano fuori terra e impalcato.

Nella tabella seguente vengono raccolte in sintesi le caratteristiche dei provini estratti e contestualmente si presentano i risultati ottenuti dalle prove di trazione (Tabella estratta dalla relazione di P&P – ALLEGATO B del presente documento):

PROVE DI TRAZIONE SU BARRE D'ARMATURA								
ID	Elemento strutturale	Livello	$\phi$ [mm]	Tipo*	L [mm]	$f_y$ [MPa]	$f_{st}$ [MPa]	$A_{gt}$ [%]
PB1	Pilastro	PI	20	L	410	384,1	549,6	21,4
PB2	Trave	PI	14	L	400	391,7	529,4	18,3
PB3	Trave	PI	14	L	380	382,6	523,8	21,2
PB4	Pilastro	PT	14	L	385	355,8	512,6	22,6
PB5	Pilastro	PT	8	L	300	393,1	556,0	15,4
PB6	Pilastro	PT	16	L	390	431,8	579,9	12,5
PB6.1	Trave	PT	16	L	380	443,7	639,5	18,3
PB7	Pilastro	P1	14	L	300	368,9	509,7	15,8
PB9	Trave	P1	16	L	370	392,8	494,1	18,3

\* Tondini lisci (L)

I risultati ottenuti dalle prove risultano coerenti con i valori usuali della pratica costruttiva dell'epoca.

**Prove non distruttive su acciaio:** come indicato nella relazione redatta da P&P, sulla base delle indicazioni dello Scrittore, sono state effettuate prove non distruttive (prove con durometro), che hanno permesso di confermare le evidenze delle prove distruttive.

Si riporta, in particolare, la tabella che riassume i risultati ottenuti nei punti d'indagine ove è stata effettuata la prova di durezza sulle barre d'acciaio.

PROVE DI DUREZZA SU BARRE D'ARMATURA									
ID	Elemento strutturale	Livello	Battute (scala HRB)					Media	$f_{st}$ armature [MPa]
			1	2	3	4	5		
DUR1	Pilastro	PI	82,9	71,2	87,5	95,2	86,6	84,7	540
DUR2	Pilastro	PI	70,2	74,3	79,5	78,5	82,7	77,0	465
DUR3	Pilastro	PI	89,2	65,5	71,0	96,7	86,6	81,8	510
DUR4	Trave	PI	99,8	79,5	76,1	93,4	87,8	87,3	575
DUR6	Pilastro	PI	97,4	73,2	55,5	59,5	65,3	70,2	410
DUR7	Trave	PI	96,1	83,3	65,0	69,9	84,5	79,8	490
DUR8	Trave	PI	84,3	87,5	84,8	87,1	77,1	84,2	540
DUR9	Trave	PI	85,7	81,5	82,0	91,0	89,2	85,9	550
DUR11	Pilastro	PT	85,2	82,6	80,7	84,2	85,7	83,7	540
DUR13	Pilastro	PT	93,8	89,7	91,2	94,8	91,6	92,2	650
DUR14	Pilastro	PT	87,8	90,1	84,6	88,6	87,7	87,8	575
DUR17	Trave	PT	92,5	91,2	88,7	90,4	92,6	91,1	630
DUR18	Trave	PT	82,1	86,6	87,3	84,9	83,9	85,0	540
DUR19	Trave	PT	83,1	89,4	91,7	84,3	88,9	87,5	575
DUR20	Trave	P1	74,6	88,8	77,4	71,0	81,5	78,7	480
DUR21	Trave	P1	72,5	77,4	78,9	93,2	86,2	81,6	510
DUR22	Trave	P1	70,2	88,6	79,6	77,4	80,9	79,3	480
DUR23	Pilastro	P1	76,3	71,7	77,9	80,7	73,6	76,1	450
DUR24	Pilastro	P1	92,0	86,2	88,8	83,2	77,9	85,6	550
DUR26	Pilastro	P1	83,4	84,9	88,1	82,1	84,5	84,6	540

Come visibile dalla tabella, le prove di durezza forniscono risultati di  $f_{st}$  (Resistenza caratteristica a rottura) compatibili con i valori ottenuti dalle prove distruttive.

#### 3.4.2.2 ELABORAZIONE DATI E CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI

Come riportato al cap. C.8.5.3.2 della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7, i valori di progetto della resistenza meccanica dell'acciaio si ottengono mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della tensione di snervamento, della resistenza a rottura e dell'allungamento, con applicazione dei coefficienti FC e coefficienti parziali dei materiali, come riportato al cap. 8.7.2 delle NTC2018.

Di seguito si riportano i valori della resistenza meccanica del calcestruzzo, da utilizzare per le verifiche:

	Elemento strutt	Livello	Tipo	fy	fst
PB1	Pilastro	PI	Liscio	384	549
PB2	Trave	PI	Liscio	391	529
PB3	Trave	PI	Liscio	382	523
PB4	Pilastro	PT	Liscio	355	512
PB5	Pilastro	PT	Liscio	393	556
PB6	Pilastro	PT	Liscio	431	579
PB7	Trave	PT	Liscio	443	639
PB8	Pilastro	P1	Liscio	368	509
PB9	Trave	P1	Liscio	392	494
FC		1.35			
Gamma S		1.15			
Fsy,m		393.2	Mpa		
Fsy,d duttile		291.3	Mpa		
Fsy,d fragile		253.2832349	Mpa		

- fy = tensione di snervamento provino, ottenuta da prova in laboratorio;
- fst = tensione di rottura provino, ottenuta da prova in laboratorio;
- FC = fattore di confidenza;
- GammaS = coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo
- Rsy,m = media aritmetica degli n valori fy;
- fsy,d dutt. = resistenza di progetto a trazione acciaio per elementi/meccanismi duttili, pari a  $R_{sy,m}/FC$ ;
- fsy,d frag. = resistenza di progetto a trazione acciaio per elementi/meccanismi fragili, pari a  $R_{sy,m}/(FC * GammaS)$ ;

### 3.5 ANALISI CRITICA DEI RISULTATI DELL'INDAGINE DIAGNOSTICA

La relazione finale delle indagini Diagnostiche e Conoscitive e relativi allegati (prove di schiacciamento dei provini di calcestruzzo e prove su barre d'armatura), redatta dalla ditta P&P Consulting, viene allegata al presente documento (ALLEGATO B).

Di seguito si riportano le principali risultanze dell'indagine che incidono sull'analisi della struttura esistente sia in ambito statico, sia in ambito sismico:

- Come si evince al par. 3.4 della presente relazione, nell'ambito dell'individuazione delle **proprietà meccaniche dei materiali**, la qualità del calcestruzzo risulta significativamente scarsa. Tale caratteristica è comune a tutti gli elementi strutturali indagati (pareti, travi e pilastri). Questa risultanza è evidente dalle prove distruttive effettuate sul calcestruzzo riportate al par. 3.4.1 del presente documento ed è validata anche dalle prove non distruttive eseguite a corredo/sostituzione delle distruttive (in accordo alla Normativa Vigente).
- Come si evince al par. 3.3 della presente relazione, nell'ambito del **rilievo dei dettagli costruttivi** (armature e collegamenti presenti negli elementi più importanti) si è individuata la totale assenza di armature in corrispondenza delle pareti in calcestruzzo presenti nell'edificio, sia nel cantinato, sia nelle strutture in elevazione (pareti vani scala e perimetrali).

#### 4 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STATICA DELL'EDIFICIO

La valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla Normativa Vigente, sia nei confronti delle azioni non sismiche, che nei confronti delle azioni sismiche. In accordo alla Normativa Vigente (cap. 8.3), la valutazione della sicurezza deve permettere di stabilire se:

- l'uso della costruzione possa continuare senza interventi;
- l'uso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso);
- sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

Come prescritto al cap.8.3 – NTC2018, tale valutazione deve essere svolta ogni volta che si eseguano interventi di riparazione/intervento locale, interventi di miglioramento o interventi di adeguamento (cap.8.4, NTC 2018).

Stante che, nell'ambito del *Progetto di strip-out e rifunzionalizzazione dell'edificio esistente* (sede dell'attuale Municipio di Concesio) e *Ampliamento* con realizzazione di una nuova ala strutturalmente indipendente rispetto all'edificio oggetto della presente relazione, si è deciso di aumentare la sicurezza strutturale della costruzione esistente (Intervento di Miglioramento, in accordo al cap 8.4 – NTC2018), la valutazione della sicurezza dell'edificio allo stato di fatto costituisce un passaggio imprescindibile e fondamentale.

Per la valutazione della sicurezza dell'edificio esistente, la definizione di modelli di riferimento che descrivano il comportamento dell'edificio costituisce una delle fasi più complesse della procedura di analisi. L'adeguata conoscenza del manufatto risulta essere dunque fondamentale e fase imprescindibile per la comprensione delle singole criticità e del comportamento strutturale. Sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive, la Normativa Vigente individua "livelli di conoscenza" dei diversi parametri coinvolti nel modello e definiti i correlati fattori di confidenza, da utilizzare nelle verifiche di sicurezza. Nel caso in oggetto, la campagna di indagine precedentemente citata ha permesso il raggiungimento del livello di conoscenza minimo LC1, a cui corrisponde un fattore di confidenza FC=1.35.

#### 4.1 GEOMETRIA E DETTAGLI COSTRUTTIVI

La geometria delle sezioni resistenti degli elementi strutturali è stata individuata tramite il rilievo struttura e la campagna diagnostica, come indicato al cap. 3.2 della presente relazione. Le geometrie adottate nel modello di calcolo e per le verifiche strutturali sono riportate all'interno dei tabulati dei par. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3 e negli elaborati strutturali allegati al presente documento (ALLEGATO C).

I dettagli costruttivi, ovvero le armature presenti negli elementi strutturali, sono state desunte a partire dai risultati dell'indagine diagnostica (cap. 3.3 del presente documento) estendendo, eventualmente, tali risultati agli elementi strutturali non indagati, coerentemente alle caratteristiche geometriche e tipologiche degli elementi strutturali.

## 4.2 MATERIALI

### 4.2.1 PILASTRI

I valori di progetto delle resistenze dei materiali (calcestruzzo e acciaio) sono stati definiti come indicato al par.3.4.1.2 e par. 3.4.2.2 del presente documento (meccanismi fragili), e differenziati per ogni singola elevazione come di seguito riportato:

ELEVAZIONE PI		
Rck, cls	6.765649	Mpa
fck, cls	5.62	Mpa
fyk, acciaio	393.2	Mpa
fc,d fragile, cls	2.77	Mpa
fy,d fragile, acciaio	253.3	Mpa

ELEVAZIONE PT		
Rck, cls	3.93424	Mpa
fck, cls	3.27	Mpa
fyk, acciaio	393.2	Mpa
fc,d fragile, cls	1.61	Mpa
fy,d fragile, acciaio	253.3	Mpa

ELEVAZIONE P1		
Rck, cls	4.059654	Mpa
fck, cls	3.37	Mpa
fyk, acciaio	393.2	Mpa
fc,d fragile, cls	1.66	Mpa
fy,d fragile, acciaio	253.3	Mpa

### 4.2.2 TRAVI E SOLAI

I valori di progetto delle resistenze dei materiali (calcestruzzo e acciaio), per i meccanismi duttili (flessione) sono stati definiti come indicato al par. 3.4.1.2 e par. 3.4.2.2 del presente documento e di seguito riportati:

Flessione		
fck, cls	6.07	Mpa
fyk, acciaio	393.2	Mpa
fc,d duttile, cls	4.50	Mpa
fy,d duttile, acciaio	291.3	Mpa

I valori di progetto delle resistenze dei materiali (calcestruzzo e acciaio), per i meccanismi fragili (taglio) sono stati definiti come indicato al par. 3.4.1.2 e par. 3.4.2.2 del presente documento e di seguito riportati:

Taglio		
fck, cls		6.1 Mpa
fyk, acciaio		393.2 Mpa
fc,d fragile, cls		3.0 Mpa
fy,d fragile, acciaio		253.3 Mpa

### 4.3 DEFINIZIONE CARICHI E COMBINAZIONI DI CARICO

#### 4.3.1 DEFINIZIONE STRATIGRAFIE E CARICHI

Sulla base della documentazione precedentemente citata e dai rilievi svolti in fase di campagna di indagine e precedenti, è stato possibile definire:

- la stratigrafia degli impalcati e carichi permanenti non strutturali agenti su di essi;
- la stratigrafia delle pareti perimetrali;
- la tipologia di tramezzature interne;

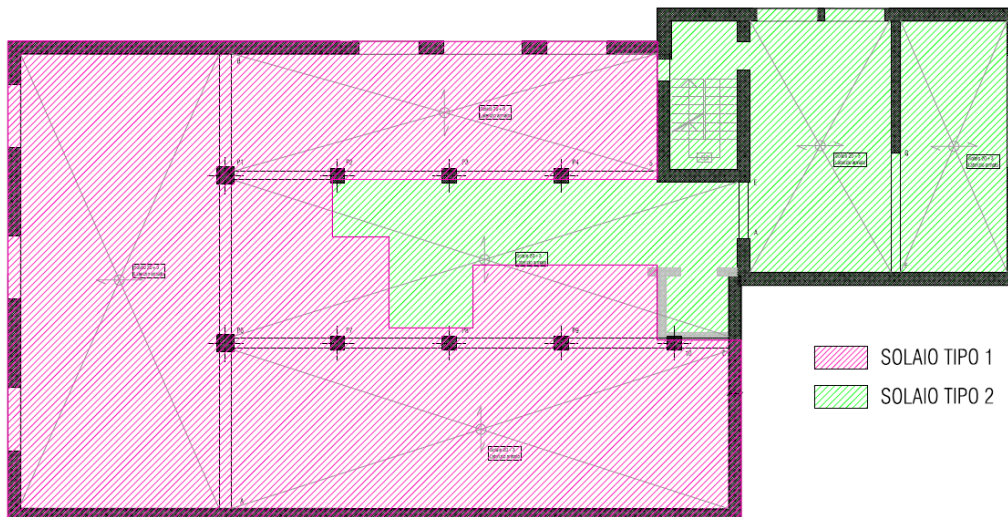
In riferimento al **primo impalcato**, carichi permanenti (strutt. e non strutturali):

- Solaio TIPO 1

SOLAIO TIPO 1	Descrizione	Gamma (kN/mc)	Sp (m)	kN/mq	
g1	Solaio latero c.a 20+3			3	
				<b>tot g1</b>	<b>3 kN/mq</b>
g2	Massetto	20	0.07	1.4	
	Pavimentazione	28	0.02	0.56	
	Pavimento galleggiante aggiuntivo	28	0.03	0.84	
				<b>tot g2</b>	<b>2.8 kN/mq</b>
	Elementi divisori			1.6	
				<b>tot g2+div</b>	<b>4.4 kN/mq</b>

- Solaio TIPO 2

SOLAIO TIPO 2	Descrizione	Gamma (kN/mc)	Sp (m)	kN/mq	
g1	Solaio latero c.a 20+3			3	
				<b>tot g1</b>	<b>3 kN/mq</b>
g2	Massetto	20	0.07	1.4	
	Pavimentazione	28	0.02	0.56	
				<b>tot g2</b>	<b>1.96 kN/mq</b>
	Elementi divisori			1.6	
				<b>tot g2+div</b>	<b>3.56 kN/mq</b>



*Figura 3 - Key plan carichi permanenti primo impalcato*

In riferimento al **primo impalcato** carichi variabili:

- Q\_cat B1: 2 kN/mq
- Q\_cat B2: 3 kN/mq

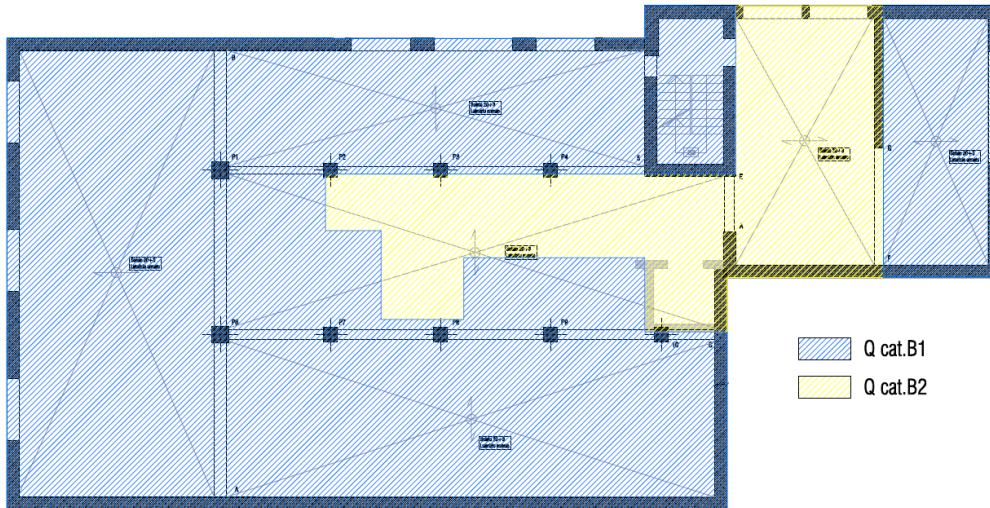


Figura 4 - Key plan carichi variabili primo impalcato

In riferimento al **secondo impalcato**, carichi permanenti (strutt. e non strutt):

- Solaio TIPO 1

SOLAIO TIPO 1	Descrizione	Gamma (kN/mc)	Sp (m)	kN/mq	
g1	Solaio latero c.a 20+3			3	
				<b>tot g1</b>	<b>3 kN/mq</b>
g2	Massetto	20	0.07	1.4	
	Pavimentazione	28	0.02	0.56	
	Pavimento galleggiante aggiuntivo	28	0.03	0.84	
				<b>tot g2</b>	<b>2.8 kN/mq</b>
	Elementi divisori			1.6	
				<b>tot g2+div</b>	<b>4.4 kN/mq</b>

- Solaio TIPO 2

SOLAIO TIPO 2	Descrizione	Gamma (kN/mc)	Sp (m)	kN/mq	
g1	Solaio latero c.a 20+3			3	
				tot g1	3 kN/mq
g2	Massetto	20	0.07	1.4	
	Pavimentazione	28	0.02	0.56	
				tot g2	1.96 kN/mq
	Elementi divisori			1.6	
				tot g2+div	3.56 kN/mq

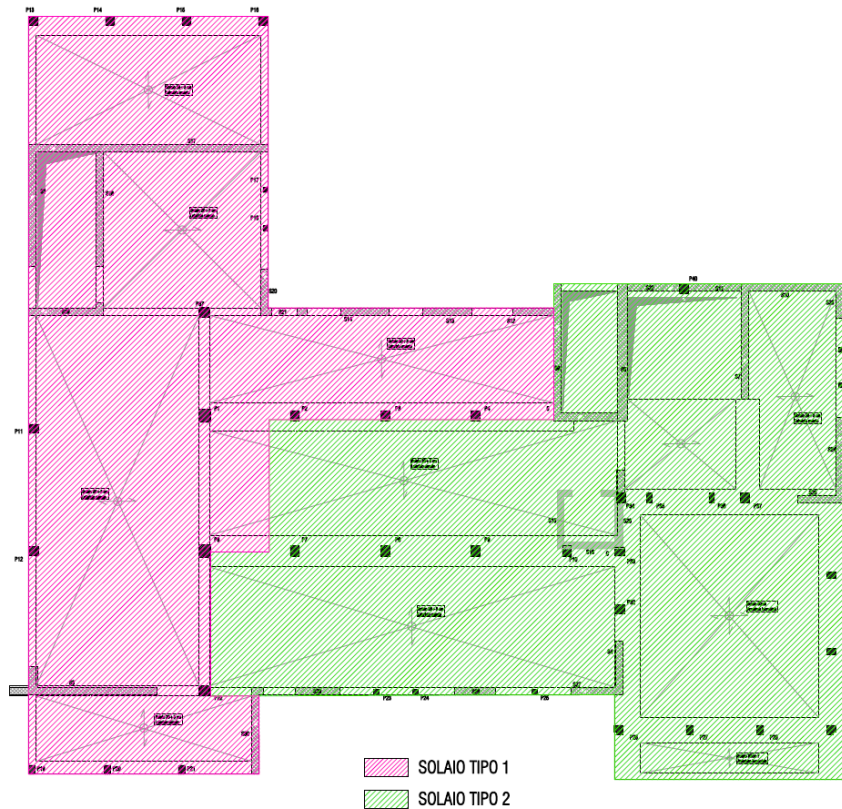


Figura 5 - Key plan carichi permanenti secondo impalcato

In riferimento al **secondo impalcato** carichi variabili:

- Q<sub>cat B1</sub>: 2 kN/mq
- Q<sub>cat B2</sub>: 3 kN/mq

- Q cat C2: 4 kN/mq

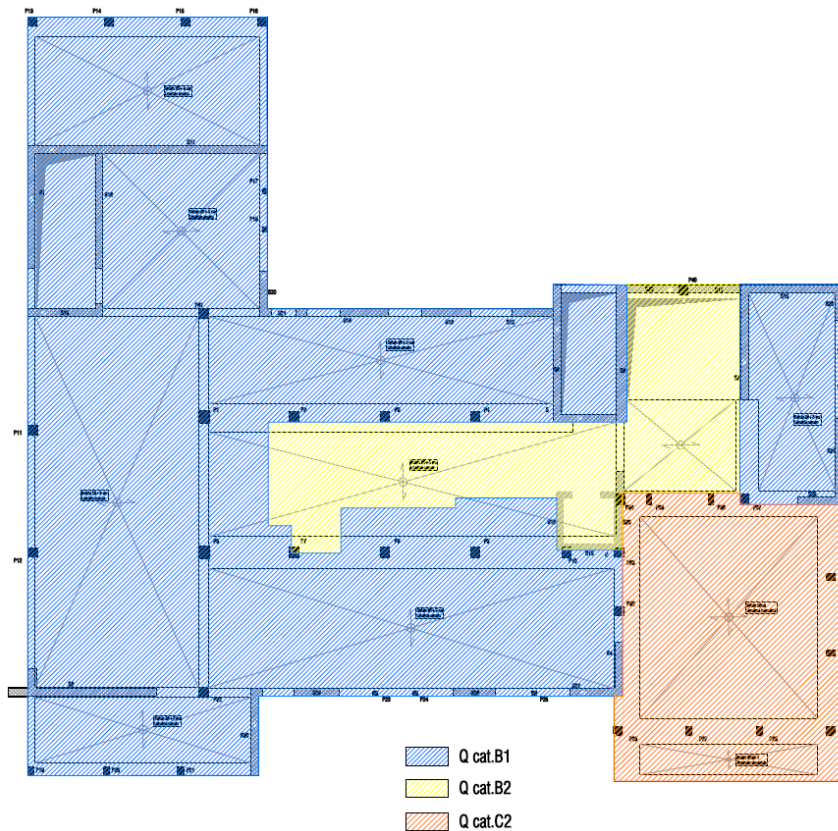


Figura 6 - Key plan carichi variabili secondo impalcato

In riferimento al **terzo impalcato**:

- $G1 + G2 = 6.5 \text{ kN/mq}$
- Q cat Neve = 1.2 kN/mq

In corrispondenza delle **rampe scala** sono stati ipotizzati i seguenti carichi:

- $G1 + G2 = 7.5 \text{ kN/mq}$
- Q cat B\_scale = 4 kN/mq

Per quanto riguarda i **tamponamenti perimetrali** è stato ipotizzato un carico lineare pari a 10 kN/m.

#### 4.3.2 COMBINAZIONI DI CARICO AZIONI STATICHE – SLU

La valutazione della sicurezza della struttura esistente è stata svolta dapprima nei confronti delle azioni non sismiche, quali carichi permanenti e altre azioni di servizio combinate per gli stati limite

secondo i criteri della Normativa Vigente. In particolare, in accordo a quanto riportato al cap 8.3 delle NTC2018, si è fatto riferimento alla combinazione SLU per la verifica degli elementi strutturali sottoposti ad azioni statiche.

Come per le nuove costruzioni, in accordo a quanto esplicitato al cap 8.5.5 della NTC 2018, per gli Stati Limite Ultimi si sono adottate le combinazioni fondamentali del tipo:

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

essendo

G1: il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali

G2: il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali

Pk: il valore caratteristico della forza di precompressione

Qki: il valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione

$\gamma_{G1}$ : 1.3 (1 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

$\gamma_{G2}$ : 1.5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

$\gamma_P$ : 0.9 (1.2 se il suo contributo diminuisce la sicurezza)

$\gamma_{Qj}$ : 1.5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza)

$\psi_{0i}$ : coefficiente di combinazione definito in accordo a quanto indicato dalla Tabella 2.5.I del D.M. 17/01/2018, "Norme tecniche per le costruzioni".

Categoria/Azione variabile	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In accordo alla normativa di riferimento, poiché i carichi permanenti non strutturali sono compiutamente definiti, per il coefficiente  $\gamma_g$  si adottano i valori 1.3 o 1 se il loro contributo aumenta la sicurezza.

Si riportano di seguito i tabulati delle verifiche SLU relative ai principali elementi strutturali (pilastri, travi e solai), sottoposte a carichi statici. Si precisa che l'armatura inserita nei suddetti elementi strutturali deriva dalle risultanze della Campagna Diagnostica (si veda cap. 3 della presente relazione) e i valori di progetto delle resistenze dei materiali sono stati definiti come indicato al par. 5.1 del presente documento.

#### 4.4 MODELLO NUMERICO

Al fine di calcolare le sollecitazioni sugli elementi strutturali che interessano l'edificio in oggetto, si è ricorsi a modelli ad elementi finiti elaborati tramite il software di calcolo Midas/Gen v.2021, release 3.1; si sono svolte una serie di analisi statiche (per indagare la risposta nei confronti dei carichi statici e pseudo statici) i cui risultati sono stati combinati linearmente.

Il modello è stato realizzato mediante un insieme di elementi finiti monodimensionali tipo beam e bidimensionali tipo plate:

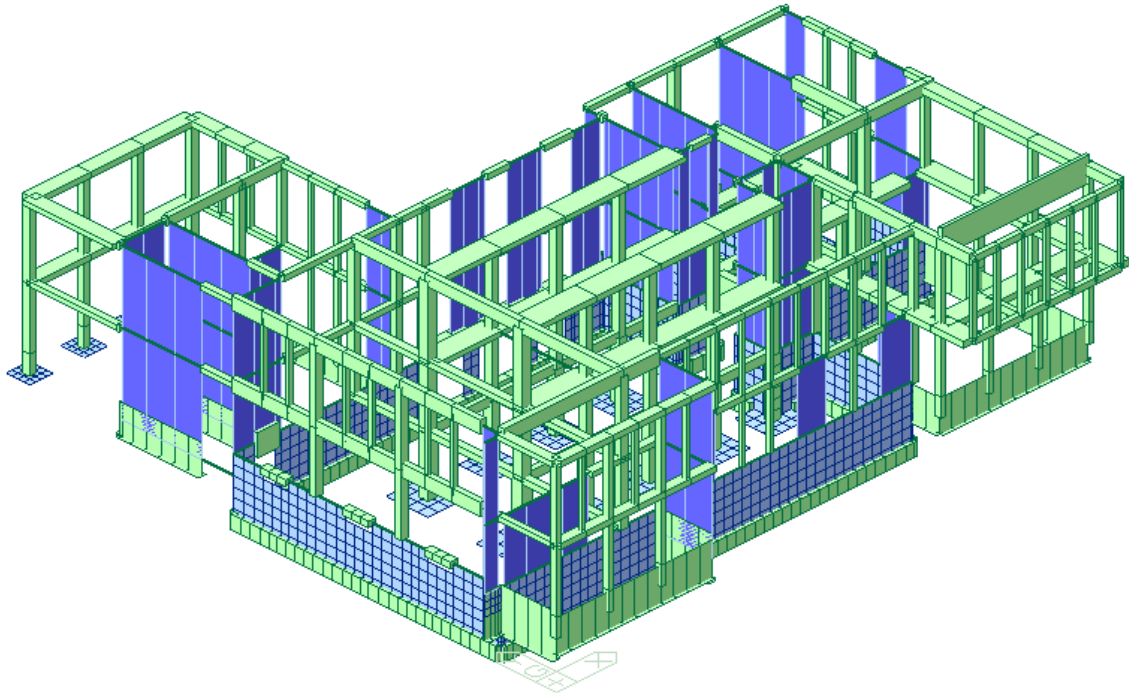
- N° nodi: 2494
- N° beam: 1221
- N° plate: 1611

Il terreno di fondazione è stato schematizzato secondo uno schema alla Winkler mediante molle elastiche lineari; il coefficiente di Winkler è stato assunto pari a 2 daN/cm3.

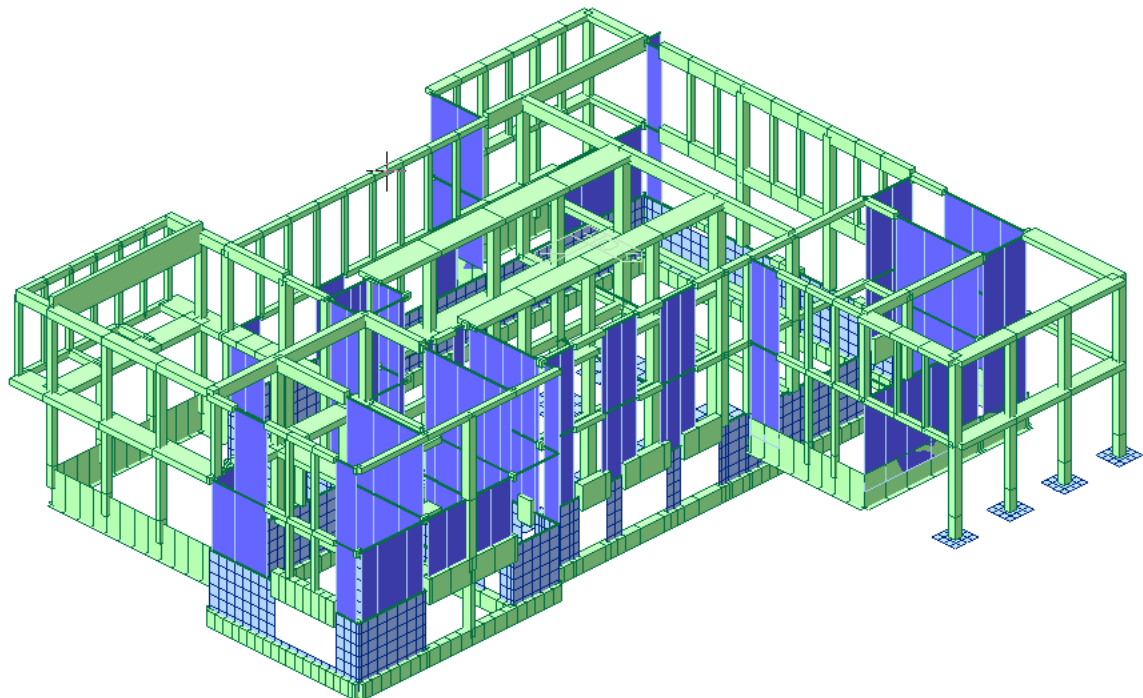
Le dimensioni di sezioni e spessori assegnati agli elementi rispecchiano le dimensioni riportate nelle tavole allegata alla presente relazione (ALLEGATO C).

Il comportamento dei materiali è stato assunto essere elastico lineare.

Si riportano di seguito alcune immagini render dei modelli di calcolo elaborati per il calcolo.



*Figura 7 - Render modello ad elementi finiti*



*Figura 8 - Render modello ad elementi finiti*

---

## 4.5 PRINCIPALI RISULTATI E VERIFICHE STATICHE SLU

### 4.5.1 PILASTRI – STATO LIMITE ULTIMO

Di seguito si riportano i tabulati relativi alle verifiche SLU dei pilastri presenti al piano interrato, al piano terra e al piano primo della struttura esistente, soggetti alle azioni indicate al cap.4.3 del presente documento, in combinazione SLU.

Si precisa che per la verifica dei pilastri è stata adottata la formulazione conservativa per il calcolo di Nrd in accordo al C.4.1.2.3.4.2 della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 - C.S.LL.PP. La tabella seguente riassume tali risultati.

I pilastri per i quali la verifica tramite la formulazione conservativa non risulta soddisfatta, sono stati verificati in accordo al 4.1.2.3.4.2 – NTC 2018.

L'armatura inserita negli elementi strutturali oggetto di studio deriva dalle risultanze della Campagna Diagnostica e i valori di progetto delle resistenze dei materiali sono stati definiti come indicato al par.4.2.1.

Per la posizione in pianta di pilastri, travi e solai si veda ALLEGATO C.

ELEVAZIONE PI	L1 (cm)	L2 (cm)	H (cm)	n°barre	øbarre	Nslu (kN)	Nrd (kN)_C.4.1.2.3.4.2	N slu/Nrd
P6	55	55	3.05	6	20	1196	1148.27	1.04
P1	55	55	3.05	6	20	995	1148.27	0.87
P7	45	45	3.05	6	20	850	926.42	0.92
P2	45	45	3.05	6	20	760	926.42	0.82
P3	45	45	3.05	6	20	707	926.42	0.76
P4	45	45	3.05	6	20	715	926.42	0.77
P8	45	45	3.05	6	20	778	926.42	0.84
P9	45	45	3.05	6	20	799	926.42	0.86
P10 - Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore								
ELEVAZIONE PT								
P1	50	48	3.2	8	16	639	716.81	0.89
P6	50	48	3.2	8	16	776	716.81	1.08
P7	40	35	3.2	8	16	566	587.80	0.96
P2	40	35	3.2	8	16	505	587.80	0.86
P3	40	35	3.2	8	16	463	587.80	0.79
P4	40	35	3.2	8	16	473	587.80	0.80
P8	40	35	3.2	8	16	515	587.80	0.88
P9	40	35	3.2	8	16	535	587.80	0.91
P10 - P34 -P33 Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore								
P11-P12	40	35	3.2	8	14	555	492.37	1.13
P14 - P15	35	35	3.2	6	14	294	391.85	0.75
P13 - P16	35	35	3.2	6	14	190	391.85	0.48
P18 - pilastro tra finestre NON ARMATO_TIPO	20	20	3.2	0	0	161	51.60	3.12
P20	35	25	3.2	6	14	205	346.70	0.59
P19	35	25	3.2	6	14	120	346.70	0.35
P21	35	25	3.2	6	14	201	346.70	0.58
P35	40	20	3.2	4	14	82	259.08	0.32
P36	40	20	3.2	4	14	135	259.08	0.52
P37	40	35	3.2	8	16	340	587.80	0.58
P31	35	25	3.2	6	14	391	346.70	1.13
P30 -P27-P28	35	25	3.2	6	14	300	346.70	0.87
P26	35	35	3.2	8	14	388	469.79	0.83
P29	35	35	3.2	8	14	441	456.89	0.97
P32	40	35	3.2	8	14	267	492.37	0.54
P22	40	35	3.2	8	14	563	492.37	1.14
P57	40	35	3.2	8	14	270	492.37	0.55
ELEVAZIONE P1								
P1	40	40	3.7	4	14	306	368.87	0.83
P6	40	40	3.7	4	14	380	368.87	1.03
P7	35	35	3.7	4	14	274	318.95	0.86
P2	35	35	3.7	4	14	240	318.95	0.75
P3	35	35	3.7	4	14	220	318.95	0.69
P4	35	35	3.7	4	14	224	318.95	0.70
P8	35	35	3.7	4	14	250	318.95	0.78
P9	35	35	3.7	4	14	260	318.95	0.82
P10 - P34 -P33 Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore								
P11-P12	35	30	3.7	4	14	223	295.65	0.75
P14 - P15	30	30	3.7	4	14	118	275.69	0.43
P13 - P16	30	30	3.7	4	14	85	275.69	0.31
P18 - pilastro tra finestre NON ARMATO_TIPO	20	20	3.7	0	0	69	53.25	1.30
P20	30	25	3.7	4	14	83	255.72	0.32
P19	30	25	3.7	4	14	120	255.72	0.47
P21	30	25	3.7	4	14	82	255.72	0.32
P37	35	35	3.7	4	14	156	318.95	0.49
P31	30	25	3.7	4	14	176	255.72	0.69
P30	30	25	3.7	4	14	130	255.72	0.51
P26	30	25	3.7	4	14	190	255.72	0.74
P29	30	25	3.7	4	14	248	255.72	0.97
P32	35	30	3.7	4	14	142	295.65	0.48
P22	35	35	3.7	4	14	308	318.95	0.97
P67	35	35	3.7	4	14	123	318.95	0.39
P41-P42	35	30	3.7	4	14	141	295.65	0.48
P66	35	35	3.7	4	14	164	318.95	0.51

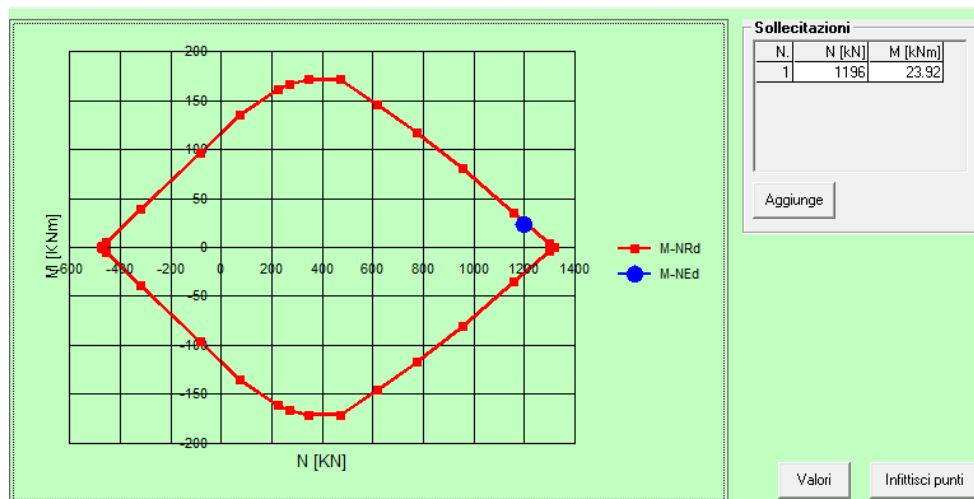
Figura 9 - Verifica Pilastri in accordo al C.4.1.2.3.4.2 - Circolare 21 gennaio 2019 n.7

I pilastri per i quali la verifica tramite la formulazione conservativa non risulta soddisfatta, sono stati verificati in accordo al 4.1.2.3.4.2 – NTC 2018. A titolo esemplificativo si riporta la verifica del pilastro P6 del Piano Interrato, in accordo al 4.1.2.3.4.2 – NTC2018.

La verifica del pilastro P6 secondo la formulazione conservativa risulta non soddisfatta, con rapporto  $N_{ed}/N_{rd} = 1.06$ .

La verifica dello stesso in accordo al 4.1.2.3.4.2 – NTC2018, è stata svolta tramite il software VcaSlu, considerando una componente flettente  $M_{ed} = e \cdot N_{ed}$ , con  $e = 20\text{mm}$  in questo specifico caso.

Si riporta di seguito il dominio M-N per il pilastro in oggetto:



Nel caso specifico, la verifica svolta in accordo al 4.1.2.3.4.2 risulta soddisfatta.

Complessivamente, dalle verifiche SLU sopra espone, si ottengono i risultati riassunti nella seguente tabella:

ELEVAZIONE PI	L1 (cm)	L2 (cm)	H (cm)	n°barre	øbarre	Nslu (kN)	Nrd (kN)_C.4.1.2.3.4.2	N slu/Nrd	
P6	55	55	3.05	6	20	1196	1148.27	1.04	VERIFICATO CON FORMULAZIONE AL 4.1.2.3.4.2 NTC2018
P1	55	55	3.05	6	20	995	1148.27	0.87	-
P7	45	45	3.05	6	20	850	926.42	0.92	-
P2	45	45	3.05	6	20	760	926.42	0.82	-
P3	45	45	3.05	6	20	707	926.42	0.76	-
P4	45	45	3.05	6	20	715	926.42	0.77	-
P8	45	45	3.05	6	20	778	926.42	0.84	-
P9	45	45	3.05	6	20	799	926.42	0.86	-
P10 - Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore									
ELEVAZIONE PT									
P1	50	48	3.2	8	16	639	716.81	0.89	-
P6	50	48	3.2	8	16	776	716.81	1.08	NON VERIFICATO ALLO SLU
P7	40	35	3.2	8	16	566	587.80	0.96	-
P2	40	35	3.2	8	16	505	587.80	0.86	-
P3	40	35	3.2	8	16	463	587.80	0.79	-
P4	40	35	3.2	8	16	473	587.80	0.80	-
P8	40	35	3.2	8	16	515	587.80	0.88	-
P9	40	35	3.2	8	16	535	587.80	0.91	-
P10 - P34 - P33 Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore									
P11-P12	40	35	3.2	8	14	555	492.37	1.13	NON VERIFICATO ALLO SLU
P14 - P15	35	35	3.2	6	14	294	391.85	0.75	-
P13 - P16	35	35	3.2	6	14	190	391.85	0.48	-
P18 - pilastro tra finestre NON ARMATO_TIPO	20	20	3.2	0	0	161	51.60	3.12	NON VERIFICATO ALLO SLU
P20	35	25	3.2	6	14	205	346.70	0.59	-
P19	35	25	3.2	6	14	120	346.70	0.35	-
P21	35	25	3.2	6	14	201	346.70	0.58	-
P35	40	20	3.2	4	14	82	259.08	0.32	-
P36	40	20	3.2	4	14	135	259.08	0.52	-
P37	40	35	3.2	8	16	340	587.80	0.58	-
P31	35	25	3.2	6	14	391	346.70	1.13	NON VERIFICATO ALLO SLU
P30 - P27-P28	35	25	3.2	6	14	300	346.70	0.87	-
P26	35	35	3.2	8	14	388	469.79	0.83	-
P29	35	35	3.2	8	14	441	456.89	0.97	-
P32	40	35	3.2	8	14	267	492.37	0.54	-
P22	40	35	3.2	8	14	563	492.37	1.14	NON VERIFICATO ALLO SLU
P57	40	35	3.2	8	14	270	492.37	0.55	-
ELEVAZIONE P1									
P1	40	40	3.7	4	14	306	368.87	0.83	-
P6	40	40	3.7	4	14	380	368.87	1.03	VERIFICATO CON FORMULAZIONE AL 4.1.2.3.4.2 NTC2018
P7	35	35	3.7	4	14	274	318.95	0.86	-
P2	35	35	3.7	4	14	240	318.95	0.75	-
P3	35	35	3.7	4	14	220	318.95	0.69	-
P4	35	35	3.7	4	14	224	318.95	0.70	-
P8	35	35	3.7	4	14	250	318.95	0.78	-
P9	35	35	3.7	4	14	260	318.95	0.82	-
P10 - P34 - P33 Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore									
P11-P12	35	30	3.7	4	14	223	295.65	0.75	-
P14 - P15	30	30	3.7	4	14	118	275.69	0.43	-
P13 - P16	30	30	3.7	4	14	85	275.69	0.31	-
P18 - pilastro tra finestre NON ARMATO_TIPO	20	20	3.7	0	0	69	53.25	1.30	NON VERIFICATO ALLO SLU
P20	30	25	3.7	4	14	83	255.72	0.32	-
P19	30	25	3.7	4	14	120	255.72	0.47	-
P21	30	25	3.7	4	14	82	255.72	0.32	-
P37	35	35	3.7	4	14	156	318.95	0.49	-
P31	30	25	3.7	4	14	176	255.72	0.69	-
P30	30	25	3.7	4	14	130	255.72	0.51	-
P26	30	25	3.7	4	14	190	255.72	0.74	-
P29	30	25	3.7	4	14	248	255.72	0.97	-
P32	35	30	3.7	4	14	142	295.65	0.48	-
P22	35	35	3.7	4	14	308	318.95	0.97	-
P67	35	35	3.7	4	14	123	318.95	0.39	-
P41-P42	35	30	3.7	4	14	141	295.65	0.48	-
P66	35	35	3.7	4	14	164	318.95	0.51	-

Dunque, risulta:

- Pilastri al piano interrato – verifica soddisfatta per tutti gli elementi;
- Pilastri al piano terra
- n°4 pilastri risultano non verificati in combinazione SLU (combinazione SLU come definita al 4.3.2);

- I pilastri di dimensioni 20x20 cm in corrispondenza delle pareti perimetrali, tra le finestre, risultano non verificati in combinazione SLU (combinazione SLU come definita al 4.3.2);
- Pilastri al piano primo
  - I pilastri di dimensioni 20x20 cm in corrispondenza delle pareti perimetrali, tra le finestre, risultano non verificati in combinazione SLU (combinazione SLU come definita al 4.3.2);

Di seguito si riporta indicazione in pianta dei pilastri non verificati in combinazione SLU (come definita al 4.3.2).

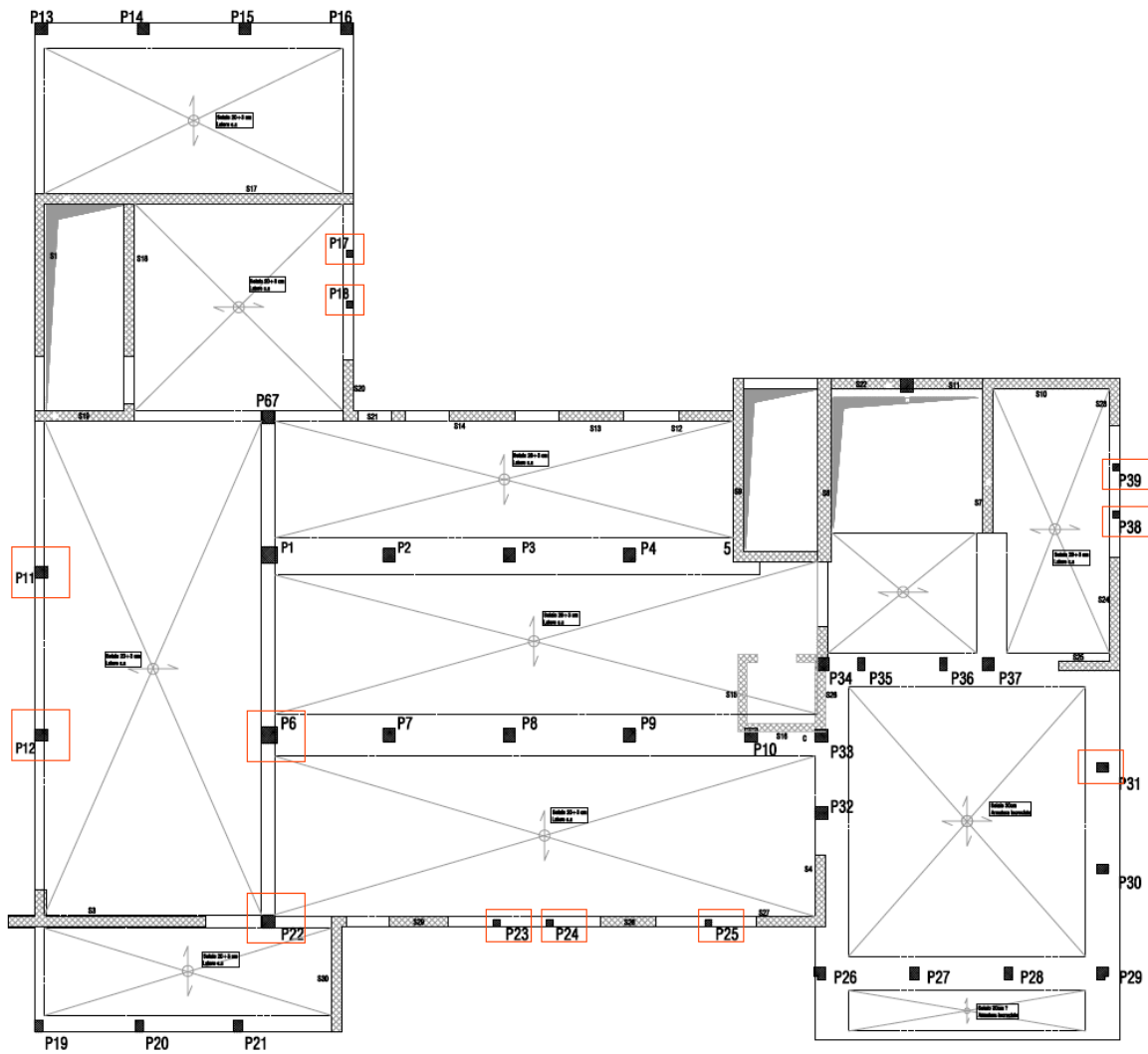


Figura 10 – Pilastri piano terra, nel riquadro in rossi pilastri non verificati allo SLU

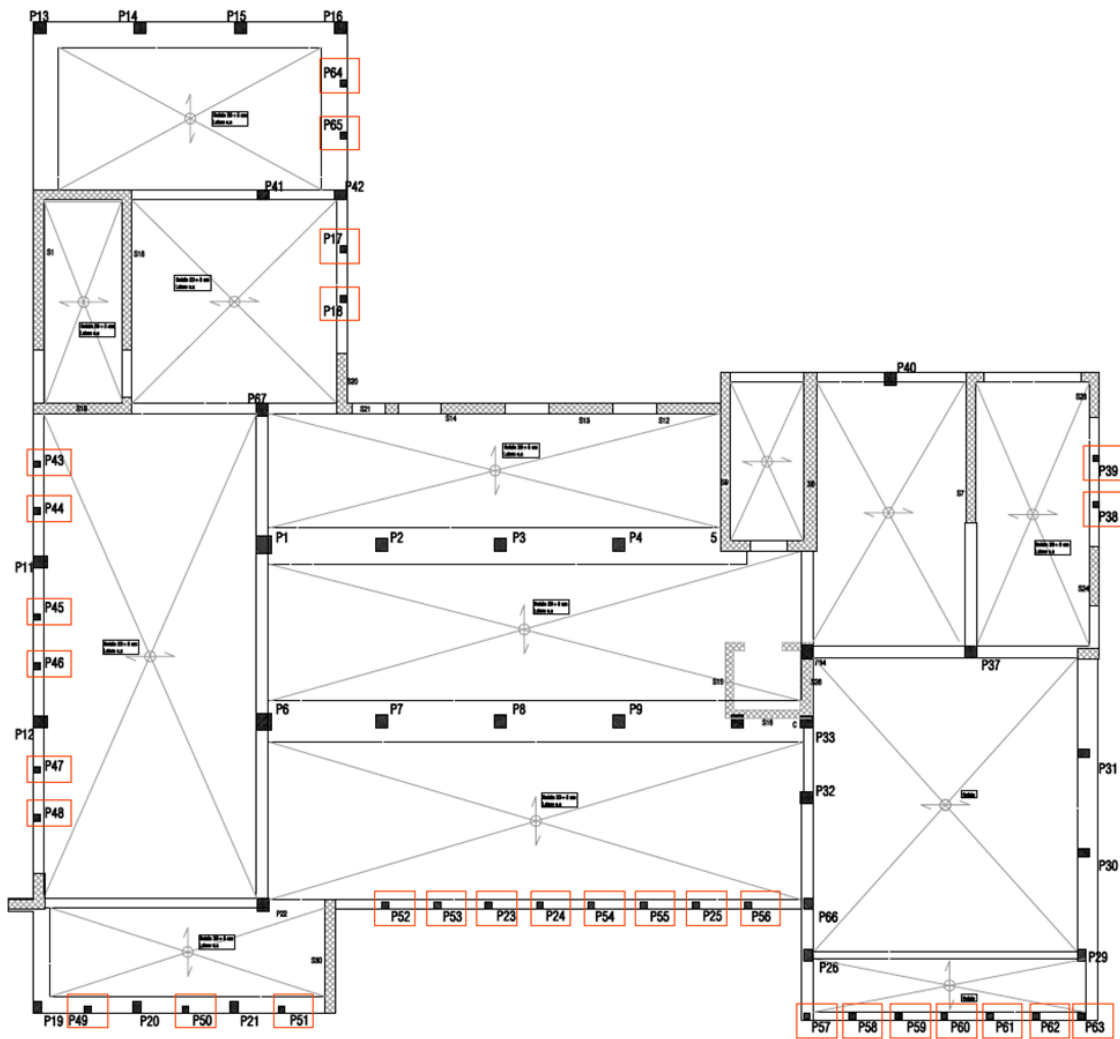


Figura 11 – Pilastrì piano primo, nel riquadro in rossi pilastrì non verificati allo SLU

#### 4.5.2 TRAVI PRINCIPALI – STATO LIMITE ULTIMO

Di seguito si riportano i tabulati relativi alle verifiche SLU a flessione e taglio, in accordo alla Normativa Vigente, delle travi principali presenti al piano interrato, al piano terra e al piano primo della struttura esistente, soggetti alle azioni indicate al cap. 4.3 del presente documento.

L'armatura inserita negli elementi strutturali oggetto di studio deriva dalle risultanze della Campagna Diagnostica (si veda cap. 3 della presente relazione) e i valori di progetto delle resistenze dei materiali sono stati definiti come indicato al par. 4.2.2 del presente documento:

Si precisa che la verifica delle travi di seguito riportata è basata sull'ipotesi di travi in continuità su semplici appoggi, e l'armatura al negativo in corrispondenza degli appoggi è stata ipotizzata sulla base delle evidenze derivate dalla Campagna Diagnostica.

Per la posizione in pianta di pilastri, travi e solai si veda ALLEGATO C.

- Primo Impalcato

TRAVE p1-p2-p3-p4-p5	
B1(m)	0.25 m
A1 (m)	0.45 m
Area sez	0.1125 mq
c	0.03 m
d	0.42 m
Ai (m) sin.	2.00 m
Ai (m) ds.	2.68 m
L campata max	3.55
<b>Peso proprio trave</b>	<b>2.81 kN/m</b>
Permanenti portati sin.	14.80 kN/m
Permanenti portati ds.	17.66 kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>32.46 kN/m</b>
Var. sin	4.00 kN/m
Var. ds	8.03 kN/m
<b>Variabili</b>	<b>12.03 KN/m</b>

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>		53	kNm
Diametro	10		mm
Numero ferri	2		-
<b>A's - area compressa</b>	<b>1.57</b>		cmq
Diametro	14		mm
Numero ferri	3		-
<b>As - tesa</b>	<b>4.62</b>		cmq
<b>SLU</b>			
			Tasso Lavoro
1	0		0.00
1-2	67	kNm	1.26
2	80	kNm	1.51
2-3	40	kNm	0.75
3	57	kNm	1.08
3-4	40	kNm	0.75
4	80	kNm	1.51
4-5	67	kNm	1.26
5	0	kNm	0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>		41.64	kN
Diametro staffe	6		mm
Numero braccia	2		-
Passo	20		cm
<b>SLU</b>			
			Tasso Lavoro
1	83		1.99
2	129	kN	3.10
3	102	kN	2.45
4	129	kN	3.10
5	83	kNm	1.99

TRAVE p6-p7-p8-p9-p10	
B1(m)	0.3 m
A1 (m)	0.45 m
Area sez	0.135 mq
c	0.03 m
d	0.42 m
Ai (m) sin.	2.68 m
Ai (m) ds.	2.78 m
L campata max	3.55
<b>Peso proprio trave</b>	<b>3.375</b> kN/m
Permanenti portati sin.	19.80 kN/m
Permanenti portati ds.	18.32 kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>38.11</b> kN/m
Var. sin	8.03 kN/m
Var. ds	5.55 kN/m
<b>Variabili</b>	<b>13.58</b> kN/m

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	<b>36</b>	kNm	
Diametro	10	mm	
Numero ferri	2	-	
<b>A's - area compressa</b>	<b>1.57</b>	cmq	
Diametro	14	mm	
Numero ferri	2	-	
<b>As - tesa</b>	<b>3.08</b>	cmq	
<b>SLU</b>			<b>Tasso Lavoro</b>
1	0		0.00
1-2	77	kNm	2.14
2	92	kNm	2.56
2-3	45.3	kNm	1.26
3	66.5	kNm	1.85
3-4	45.3	kNm	1.26
4	92	kNm	2.56
4-5	77	kNm	2.14
5	0	kNm	0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>	<b>41.64</b>	kN	
Diametro staffe	6	mm	
Numero braccia	2	-	
Passo	20	cm	
<b>SLU</b>			<b>Tasso Lavoro</b>
1	96		2.31
2	150	kN	3.60
3	119	kN	2.86
4	150	kN	3.60
5	96	kN	2.31

TRAVE p67-p1-P6-P22	
B1(m)	0.4 m
A1 (m)	0.45 m
Area sez	0.18 mq
c	0.03 m
d	0.42 m
Ai (m) sin.	3.38 m
Ai (m) ds.	1.00 m
L campata max	5.5
<b>Peso proprio trave</b>	<b>4.5 kN/m</b>
Permanenti portati sin.	24.98 kN/m
Permanenti portati ds.	6.60 kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>31.58 kN/m</b>
Var. sin	6.75 kN/m
Var. ds	2.00 kN/m
<b>Variabili</b>	<b>8.75 KN/m</b>

FLESSIONE	
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	<b>44 kNm</b>
Diametro	10 mm
Numero ferri	2 -
<b>A's - area compressa</b>	<b>1.57 cmq</b>
Diametro	16 mm
Numero ferri	2 -
<b>As - tesa</b>	<b>4.02 cmq</b>
<b>SLU</b>	<b>Tasso Lavoro</b>
1	0 0.00
1-2	77 kNm 1.75
2	114 kNm 2.59
2-3	72 kNm 1.64
3	180 kNm 4.09
3-4	149 kNm 3.39
4	0 kNm 0.00
4-5	0 kNm 0.00
5	0 kNm 0.00

TAGLIO	
<b>Vrd con materiali sopra</b>	<b>41.64 kN</b>
Diametro staffe	6 mm
Numero braccia	2 -
Passo	20 cm
<b>SLU</b>	<b>Tasso Lavoro</b>
1	87.25 2.10
2	143.4 kNm 3.44
3	191 kNm 4.59
4	125 kNm 3.00



SECONDO IMPALCATO		
TRAVE p6-p7-p8-p9-p10		
B1(m)	0.9	m
A1 (m)	0.25	m
Area sez	0.225	mq
c	0.03	m
d	0.22	m
Ai (m) sin.	2.68	m
Ai (m) ds.	2.78	m
L campata max	3.55	
<b>Peso proprio trave</b>	<b>5.625</b>	<b>kN/m</b>
Permanenti portati sin.	17.66	kN/m
Permanenti portati ds.	18.32	kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>35.97</b>	<b>kN/m</b>
Var. sin	8.03	kN/m
Var. ds	5.55	kN/m
<b>Variabili</b>	<b>13.58</b>	<b>KN/m</b>

FLESSIONE		
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	<b>68.9</b>	<b>kNm</b>
Diametro	10	
Numero ferri	4	
<b>A's - area compressa</b>	<b>3.14</b>	
Diametro	18	
Numero ferri	5	
<b>As - tesa</b>	<b>12.72</b>	
<b>SLU</b>		
		Tasso Lavoro
1	0	0.00
1-2	77.8 kNm	1.13
2	92 kNm	1.34
2-3	45.3 kNm	0.66
3	66.33 kNm	0.96
3-4	45.3 kNm	0.66
4	92 kNm	1.34
4-5	77.8 kNm	1.13
5	0 kNm	0.00

TAGLIO		
<b>Vrd con materiali sopra</b>	<b>121</b>	<b>kN</b>
Diametro staffe	10	mm
Numero braccia	4	-
Passo	20	cm
<b>SLU</b>		
		Tasso Lavoro
1	96	0.79
2	150 kN	1.24
3	119 kN	0.98
4	150 kN	1.24
5	96 kN	0.79

TRAVE p67-p1-P6-P22		
B1(m)	0.4	m
A1 (m)	0.45	m
Area sez	0.18	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.42	m
Ai (m) sin.	3.38	m
Ai (m) ds.	1.00	m
L campata max	5.5	
<b>Peso proprio trave</b>	<b>4.5</b>	<b>kN/m</b>
Permanenti portati sin.	24.98	kN/m
Permanenti portati ds.	7.40	kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>32.38</b>	<b>kN/m</b>
Var. sin	6.75	kN/m
Var. ds	2.00	kN/m
<b>Variabili</b>	<b>8.75</b>	<b>kN/m</b>

FLESSIONE		
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	<b>105.09</b>	<b>kNm</b>
Diametro	10	
Numero ferri	2	
<b>A's - area compressa</b>	<b>1.57</b>	
Diametro	14	18
Numero ferri	2	3
<b>As - tesa</b>	<b>10.71</b>	
<b>SLU</b>		
		<b>Tasso Lavoro</b>
1	0	0.00
1-2	78 kNm	0.74
2	116 kNm	1.10
2-3	73 kNm	0.69
3	182.5 kNm	1.74
3-4	151 kNm	1.44
4	0 kNm	0.00
4-5	0 kNm	0.00
5	0 kNm	0.00

TAGLIO		
<b>Vrd con materiali sopra</b>	<b>113</b>	<b>kN</b>
Diametro staffe	10	mm
Numero braccia	2	-
Passo	10	cm
<b>SLU</b>		
		<b>Tasso Lavoro</b>
1	88	0.78
2	145 kN	1.28
3	195 kN	1.73
4	127 kN	1.12

- Terzo impalcato

TERZO IMPALCATO		
		<b>TRAVE p1-p2-p3-p4-p5</b>
B1(m)	1.1	m
A1 (m)	0.25	m
Area sez	0.275	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.22	m
Ai (m) sin.	2.00	m
Ai (m) ds.	2.68	m
L campata max	3.55	
<b>Peso proprio trave</b>	<b>6.875</b>	<b>kN/m</b>
Permanenti portati sin.	13.00	kN/m
Permanenti portati ds.	17.39	kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>30.39</b>	<b>kN/m</b>
Var. sin	2.40	kN/m
Var. ds	3.21	kN/m
<b>Variabili</b>	<b>5.61</b>	<b>kN/m</b>

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	87	kNm	
Diametro	12	mm	
Numero ferri	4	-	
<b>A's - area compressa</b>	<b>4.52</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	
Diametro	16	mm	
Numero ferri	8	-	
<b>As - tesa</b>	<b>16.08</b>	<b>cm<sup>2</sup></b>	
<b>SLU</b>			Tasso Lavoro
1	0		0.00
1-2	58	kNm	0.67
2	69	kNm	0.79
2-3	30.5	kNm	0.35
3	47.45	kNm	0.55
3-4	30.5	kNm	0.35
4	69	kNm	0.79
4-5	58	kNm	0.67
5	0	kNm	0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>	149.1	kN	
Diametro staffe	10	mm	
Numero braccia	4	-	
Passo	10	cm	
<b>SLU</b>			Tasso Lavoro
1	71.94		0.48
2	113	kNm	0.76
3	88	kNm	0.59
4	113	kNm	0.76
5	71.94	kNm	0.48

TRAVE p6-p7-p8-p9-p10	
B1(m)	1.2 m
A1 (m)	0.25 m
Area sez	0.3 mq
c	0.03 m
d	0.22 m
Ai (m) sin.	2.68 m
Ai (m) ds.	2.78 m
L campata max	3.55
<b>Peso proprio trave</b>	<b>7.5 kN/m</b>
Permanenti portati sin.	17.39 kN/m
Permanenti portati ds.	18.04 kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>35.43 kN/m</b>
Var. sin	3.21 kN/m
Var. ds	3.33 kN/m
<b>Variabili</b>	<b>6.54 kN/m</b>

FLESSIONE	
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	<b>68.7 kNm</b>
Diametro	12 mm
Numero ferri	4
<b>A's - area compressa</b>	<b>4.52 cmq</b>
Diametro	16 mm
Numero ferri	6
<b>As - tesa</b>	<b>12.06 cmq</b>
<b>SLU</b>	<b>Tasso Lavoro</b>
1	0 0.00
1-2	66.44 kNm 0.97
2	81 kNm 1.18
2-3	35.43 kNm 0.52
3	55.1 kNm 0.80
3-4	35.43 kNm 0.52
4	81 kNm 1.18
4-5	66.44 kNm 0.97
5	0 kNm 0.00

TAGLIO	
<b>Vrd con materiali sopra</b>	<b>155 kN</b>
Diametro staffe	8 mm
Numero braccia	4
Passo	10 cm
<b>SLU</b>	<b>Tasso Lavoro</b>
1	83 0.54
2	132 kN 0.85
3	102 kN 0.66
4	132 kN 0.85
5	83 kN 0.54

TRAVE p67-p1-P6-P22		
B1(m)	0.3	m
A1 (m)	0.55	m
Area sez	0.165	mq
c	0.03	m
d	0.52	m
Ai (m) sin.	3.38	m
Ai (m) ds.	1.00	m
L campata max	5.5	
<b>Peso proprio trave</b>	<b>4.125</b>	<b>kN/m</b>
Permanenti portati sin.	21.94	kN/m
Permanenti portati ds.	6.50	kN/m
<b>Perm portati</b>	<b>28.44</b>	<b>kN/m</b>
Var. sin	4.05	kN/m
Var. ds	1.20	kN/m
<b>Variabili</b>	<b>5.25</b>	<b>kN/m</b>

FLESSIONE		
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	<b>83</b>	<b>kNm</b>
Diametro	10	mm
Numero ferri	2	-
<b>A's - area compressa</b>	<b>1.57</b>	<b>cmq</b>
Diametro	14	mm
Numero ferri	4	-
<b>As - tesa</b>	<b>6.16</b>	<b>cmq</b>
SLU		Tasso Lavoro
1	0	0.00
1-2	61 kNm	0.73
2	93 kNm	1.12
2-3	56 kNm	0.67
3	150 kNm	1.81
3-4	121.8 kNm	1.47
4	0 kNm	0.00
4-5	0 kNm	0.00
5	0 kNm	0.00

TAGLIO		
<b>Vrd con materiali sopra</b>	<b>112.14</b>	<b>kN</b>
Diametro staffe	10	mm
Numero braccia	2	-
Passo	10	cm
SLU		Tasso Lavoro
1	70.9	0.63
2	117 kN	1.04
3	158.5 kN	1.41
4	102 kN	0.91

Come si evince dalle tabelle sopra riportate, le verifiche sezionali effettuate per le travi sopra indicate risultano essere per la maggior parte non verificate a flessione e a taglio, in combinazione SLU, come definita al 4.3.2. La situazione complessivamente meno critica risulta essere quella del terzo impalcato, probabilmente perché predisposto all'epoca per sostenere una copertura in muricci e tavelloni, attualmente non presente in quanto rimossa circa dieci anni fa durante i lavori di rifacimento della copertura.

#### 4.5.3 SOLAI – STATO LIMITE ULTIMO

Di seguito si riportano i tabulati relativi alle verifiche SLU a flessione, in accordo alla Normativa Vigente, del solaio del secondo impalcato indagato in fase di Campagna Diagnostica (Figura 12), soggetto alle azioni indicate al cap. 4.3 del presente documento.

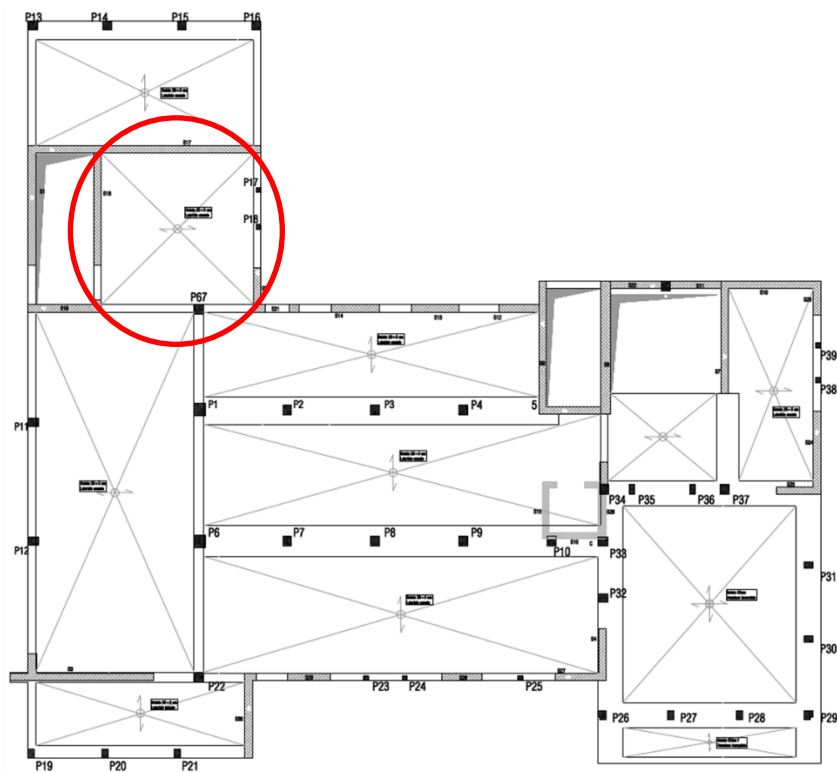


Figura 12 - Indicazione solaio oggetto di verifica

Il solaio oggetto di verifica presenta una luce libera pari a 6.20m circa e è realizzato in latero c.a 20+3, con armatura costituita da 1 $\varnothing$ 12 per ogni travetto secondo quanto individuato dall'Indagine Diagnostica. Geometricamente e a livello azioni agenti, tale solaio risulta essere rappresentativo di

tutti i solai costituenti gli impalcati dell'edificio (in generale, massima luce solai pari a 6.20m e spessore solai pari a 20+3 – verificato da indagine diagnostica), ad esclusione del solaio del primo impalcato in corrispondenza della Sala Consigliare che presenta orditura dei travetti in entrambe le direzioni. Ne consegue, quindi, che le verifiche sotto riportate siano estendibili a tutti i solai in opera, ad esclusione del solaio della Sala Consigliare.

La geometria e l'armatura dei travetti dei solai deriva dalle risultanze della Campagna Diagnostica (si veda cap. 3 della presente relazione) e i valori di progetto delle resistenze dei materiali sono stati definiti come indicato al par. 4.2.2 del presente documento.

Si precisa che per la verifica del solaio sono state considerate diverse casistiche, per valutare la variabilità dei tassi di lavoro a seconda delle ipotesi di base. In particolare, state considerate due ipotesi a livello di carichi agenti sul solaio (con presenza e assenza del carico permanente distribuito dovuto alla presenza di divisori interni) e due ipotesi a livello di vincoli agli estremi (solaio appoggio-appoggio; solaio con semi-incastri ai vertici). Si riportano di seguito i risultati delle suddette verifiche:

Riferimento a Solaio 2° impalcato - RIL 21	
Rck	7.31 Mpa
fck	6.07 Mpa
fyk	393.22 Mpa
fc,d duttile	4.50 Mpa
fy,d duttile	291.28 Mpa
Sigma c amm	4.08 Mpa
Sigma s, amm_feB38k	220.00 Mpa
g1 pp solaio	3 kN/mq
g2 solaio tipo 1	2.8 kN/mq
g2 solaio tipo 1 + tampo	4.4 kN/mq
q cat.B1	2 kN/mq
L lorda	6.45 m
Lnetta	6.15 m
Sezione a T	
b1 = Ai	28 cm
h1	6 cm
b2	8 cm
h2	20 cm

SLU - FLESSIONE						
<b>CON TAMP</b>				<b>SENZA TAMP</b>		
g1	0.840	kN/m		g1	0.840	kN/m
g2_con tamp	1.232	kN/m		g2_senza tamp	0.784	kN/m
q_B1	0.560	kN/m		q_B1	0.560	kN/m
<b>Msd slu - app.app</b>	18.376	kNm		<b>Msd slu - app.app</b>	15.347	kNm
Mrd VcaSLU	6.480	kNm		Mrd VcaSLU	6.480	kNm
Msd SLU/Mrd	2.836	kNm		Msd SLU/Mrd	2.368	kNm
<b>Msd slu - seminc</b>	12.251	kNm		<b>Msd slu - seminc</b>	10.231	kNm
Mrd VcaSLU	6.480	kNm		Mrd VcaSLU	6.480	kNm
Msd SLU/Mrd	1.891	kNm		Msd SLU/Mrd	1.579	kNm

Come si evince dalla tabella precedente, in nessuna delle casistiche sopra indicate il solaio risulta verificato allo Stato Limite Ultimo, in combinazione come definita al 4.3.2.

#### 4.5.4 VALUTAZIONE FINALE VERIFICHE SLU – STATO LIMITE ULTIMO

Come si evince dai paragrafi precedenti la struttura risulta complessivamente inadeguata per sopportare i carichi statici in condizioni ultime, con particolare riferimento ai livelli di sicurezza richiesti dalle NTC.

Viste le problematiche dell'opera nei confronti delle azioni non sismiche, documentate in precedenza, risulta non significativo lo studio della sicurezza nei confronti delle azioni sismiche.

#### 4.6 PRINCIPALI RISULTATI E VERIFICHE STATICHE SLU CON RIDUZIONE DEI CARICHI UTILI

Come riportato al cap. 8.3 delle NTC 2018 e C8.3 della Circolare 2 febbraio 2009 n. 617: *“Nel caso in cui l’inadeguatezza di un’opera si manifesti nei confronti delle azioni non sismiche, quali carichi permanenti e altre azioni di servizio combinate per gli stati limite ultimi secondo i criteri esposti nel § 2.5.3 delle NTC (eventualmente ridotte in accordo con quanto specificato al § 8.5.5 delle NTC), è necessario adottare gli opportuni provvedimenti, quali ad esempio limitazione dei carichi consentiti, restrizioni all’uso e/o esecuzione di interventi volti ad aumentare la sicurezza, che consentano l’uso della costruzione con i livelli di sicurezza richiesti dalle NTC. Gli interventi da effettuare per eliminare le vulnerabilità più importanti possono anche essere parziali e/o temporanei, in attesa di essere completati nel corso di successivi interventi più ampi, atti a migliorare/adeguare complessivamente la costruzione e/o parti di essa.”*

In accordo alla Normativa Vigente, dunque, nel caso in cui sia verificata l’inadeguatezza della struttura nei confronti delle azioni non sismiche combinate per gli stati limite ultimi, come nel caso in oggetto, risulta necessaria l’adozione di opportuni provvedimenti che permettano di aumentare, perlomeno temporaneamente, la sicurezza della struttura, consentendo l’uso della costruzione stessa con livelli di sicurezza richiesti dalle NTC.

In particolare, la valutazione della sicurezza dell’edificio esistente deve essere effettuata in rapporto alla richiesta per gli edifici nuovi. A tale scopo, le NTC introducono il parametro  $\zeta_{v,i}$  per il rapido confronto tra l’azione sopportabile da una struttura esistente e quella richiesta per il nuovo, nei confronti delle azioni statiche. Tale parametro è definito dalle NTC come il rapporto tra il valore massimo del sovraccarico verticale variabile sopportabile dalla parte i-esima della costruzione e il valore del sovraccarico verticale variabile che si utilizzerebbe per il progetto di una nuova costruzione.

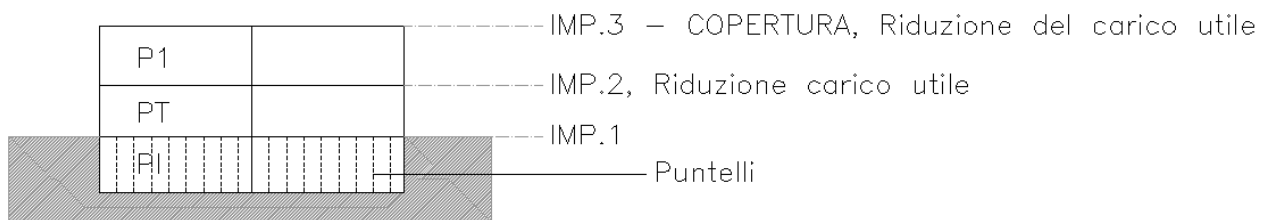
Nel caso in esame, nell’ipotesi di rendere fruibile il piano terra, sono quindi state svolte le verifiche degli elementi strutturali (travi, solai e pilastri) considerando, in prima battuta, un sovraccarico verticale variabile pari a 0 (ovvero un valore del parametro  $\zeta_{v,i}$  pari a zero) in combinazione SLU come indicata al par. 4.3.2, in corrispondenza del secondo impalcato e dell’impalcato di copertura.

Di seguito si riportano le verifiche dei principali elementi strutturali, sottoposti a carichi statici di cui sopra (per la posizione in pianta degli elementi strutturali si veda ALLEGATO C).

Per quanto riguarda i pilastri, viene riportata la tabella riassuntiva delle verifiche in combinazione SLU con riduzione dei carichi variabili a zero, in corrispondenza del secondo impalcato e dell'impalcato di copertura. Tale verifica è significativa per i pilastri che in combinazione SLU non risultano verificati (si veda par. 4.5.1 per le verifiche SLU).

Relativamente alle travi e ai solai del primo impalcato, non vengono riportate verifiche con riduzione del sovraccarico variabile, in quanto, visti i tassi di lavoro allo SLU, si ritiene necessario l'inserimento di puntelli al Piano Interrato, in corrispondenza di travi e solai.

Si riporta una rappresentazione schematica del fabbricato:



#### 4.6.1 PILASTRI – CONDIZIONE SLU CON ZV,I=0 AL SECONDO E TERZO IMP, PRIMO IMP. PUNTELLATO

ELEVAZIONE PI	L1 (cm)	L2 (cm)	H (cm)	n*barre	øbarre	Nslu (kN)	Nrd (kN)_C.4.1.2.3.4.2	NsluQrid/Nrd
P6	55	55	3.05	6	20	1196	1148.27	-
P1	55	55	3.05	6	20	995	1148.27	-
P7	45	45	3.05	6	20	850	926.42	-
P2	45	45	3.05	6	20	760	926.42	-
P3	45	45	3.05	6	20	707	926.42	-
P4	45	45	3.05	6	20	715	926.42	-
P8	45	45	3.05	6	20	778	926.42	-
P9	45	45	3.05	6	20	799	926.42	-
P10 - Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore								
ELEVAZIONE PT								
P1	50	48	3.2	8	16	639	716.81	-
P6	50	48	3.2	8	16	776	716.81	0.92
P7	40	35	3.2	8	16	566	587.80	-
P2	40	35	3.2	8	16	505	587.80	-
P3	40	35	3.2	8	16	463	587.80	-
P4	40	35	3.2	8	16	473	587.80	-
P8	40	35	3.2	8	16	515	587.80	-
P9	40	35	3.2	8	16	535	587.80	-
P10 - P34 -P33 Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore								
P11-P12	40	35	3.2	8	14	555	492.37	0.99
P14 - P15	35	35	3.2	6	14	294	391.85	-
P13 - P16	35	35	3.2	6	14	190	391.85	-
P18 - pilastro tra finestre NON ARMATO_TIPO	20	20	3.2	0	0	161	51.60	INTERVENTO NECESSARIO
P20	35	25	3.2	6	14	205	346.70	-
P19	35	25	3.2	6	14	120	346.70	-
P21	35	25	3.2	6	14	201	346.70	-
P35	40	20	3.2	4	14	82	259.08	-
P36	40	20	3.2	4	14	135	259.08	-
P37	40	35	3.2	8	16	340	587.80	-
P31	35	25	3.2	6	14	391	346.70	0.93
P30 -P27-P28	35	25	3.2	6	14	300	346.70	-
P26	35	35	3.2	8	14	388	469.79	-
P29	35	35	3.2	8	14	441	456.89	-
P32	40	35	3.2	8	14	267	492.37	-
P22	40	35	3.2	8	14	563	492.37	0.98
P57	40	35	3.2	8	14	270	492.37	-
ELEVAZIONE P1								
P1	40	40	3.7	4	14	306	368.87	-
P6	40	40	3.7	4	14	380	368.87	-
P7	35	35	3.7	4	14	274	318.95	-
P2	35	35	3.7	4	14	240	318.95	-
P3	35	35	3.7	4	14	220	318.95	-
P4	35	35	3.7	4	14	224	318.95	-
P8	35	35	3.7	4	14	250	318.95	-
P9	35	35	3.7	4	14	260	318.95	-
P10 - P34 -P33 Inglobato nel setto in c.a del vano ascensore								
P11-P12	35	30	3.7	4	14	223	295.65	-
P14 - P15	30	30	3.7	4	14	118	275.69	-
P13 - P16	30	30	3.7	4	14	85	275.69	-
P18 - pilastro tra finestre NON ARMATO_TIPO	20	20	3.7	0	0	69	53.25	INTERVENTO NECESSARIO
P20	30	25	3.7	4	14	83	255.72	-
P19	30	25	3.7	4	14	120	255.72	-
P21	30	25	3.7	4	14	82	255.72	-
P37	35	35	3.7	4	14	156	318.95	-
P31	30	25	3.7	4	14	176	255.72	-
P30	30	25	3.7	4	14	130	255.72	-
P26	30	25	3.7	4	14	190	255.72	-
P29	30	25	3.7	4	14	248	255.72	-
P32	35	30	3.7	4	14	142	295.65	-
P22	35	35	3.7	4	14	308	318.95	-
P67	35	35	3.7	4	14	123	318.95	-
P41-P42	35	30	3.7	4	14	141	295.65	-
P66	35	35	3.7	4	14	164	318.95	-

Dunque, risulta:

- Pilastrini al piano interrato – verifica soddisfatta per tutti gli elementi;
- Pilastrini al piano terra
  - I pilastrini di dimensioni 20x20 cm in corrispondenza delle pareti perimetrali, tra le finestre, risultano non verificati in combinazione SLU con carico accidentale ridotto a 0. Risulta necessario puntellare tali pilastrini cielo-terra.

L'immagine seguente (Figura 13) contiene indicazione in pianta dei pilastrini per cui è necessario intervento.

- Pilastrini al piano primo
  - I pilastrini di dimensioni 20x20 cm in corrispondenza delle pareti perimetrali, tra le finestre, risultano non verificati in combinazione SLU con carico accidentale ridotto a 0. Risulta necessario puntellare tali pilastrini cielo-terra.

L'immagine seguente (Figura 14) contiene indicazione in pianta dei pilastrini per cui è necessario intervento.

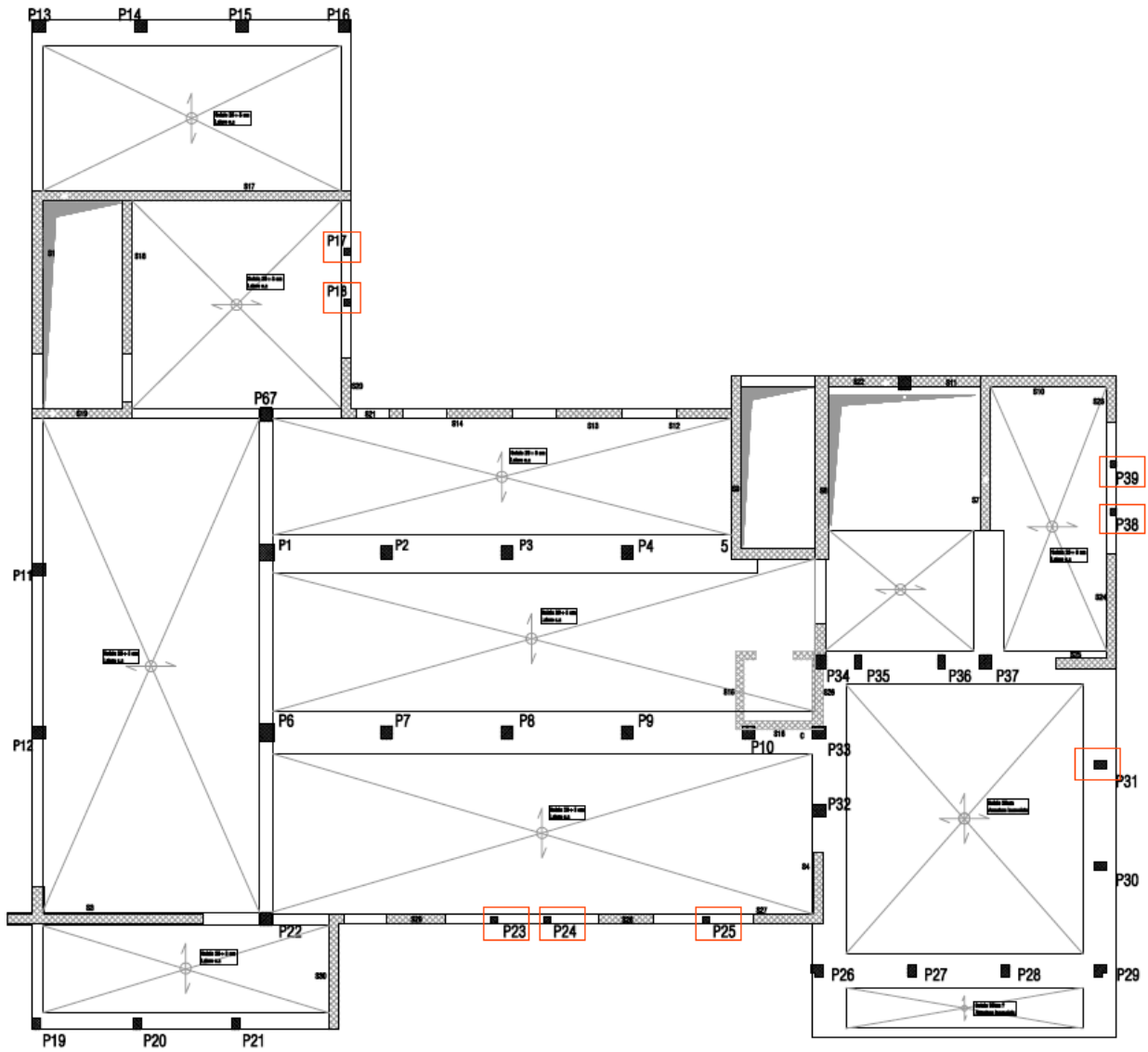


Figura 13 - Pilastri Piano Terra. Nel riquadro rosso quelli che necessitano di intervento

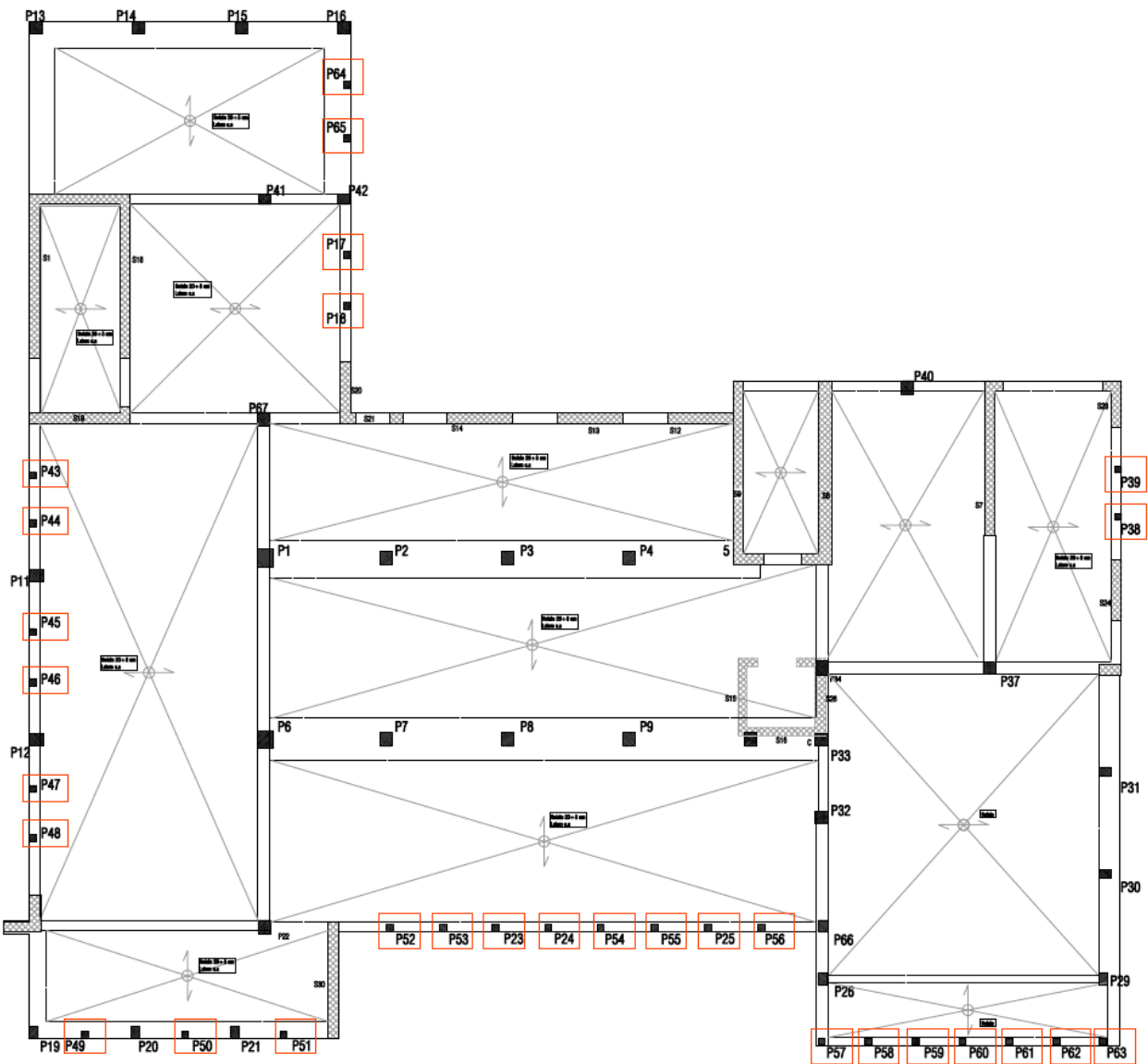


Figura 14 - Pilastri Piano Primo. Nel riquadro rosso quelli che necessitano di intervento

#### 4.6.2 TRAVI PRINCIPALI – CONDIZIONE SLU CON ZV,I=0 AL SECONDO E TERZO IMP, PRIMO IMP. PUNTELLATO

- Secondo impalcato

	TRAVE p1-p2-p3-p4-p5	
B1(m)	0.7	m
A1 (m)	0.25	m
Area sez	0.175	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.22	m
Ai (m) sin.	2.00	m
Ai (m) ds.	2.68	m
L campata max	3.55	

FLESSIONE		
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	55.05	kNm
Diametro	10	mm
Numero ferri	4	-
<b>A's - area compressa</b>	3.14	cm <sup>2</sup>
Diametro	16	mm
Numero ferri	5	-
<b>As - tesa</b>	10.05	cm <sup>2</sup>
<b>SLU con variazione Q=0</b>		
		Tasso Lavoro Mslu/Mrd
1	0	0.00
1-2	49.67 kNm	0.90
2	48.64 kNm	0.88
2-3	28.34 kNm	0.51
3	31.04 kNm	0.56
3-4	28.34 kNm	0.51
4	48.64 kNm	0.88
4-5	49.67 kNm	0.90
5	0 kNm	0.00

TAGLIO		
<b>Vrd con materiali sopra</b>	98.88	kN
Diametro staffe	10	mm
Numero braccia	4	-
Passo	10	cm
<b>SLU-con variazione carico VAR. Psi02=0</b>		
		Tasso Lavoro
1	59.75	0.60
2	96.26 kN	0.97
3	71.91 kN	0.73
4	96.26 kN	0.97
5	59.75 kN	0.60

SECONDO IMPALCATO		
<b>TRAVE p6-p7-p8-p9-p10</b>		
B1(m)	0.9	m
A1 (m)	0.25	m
Area sez	0.225	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.22	m
Ai (m) sin.	2.68	m
Ai (m) ds.	2.78	m
L campata max	3.55	

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	68.9	kNm	
Diametro	10		
Numero ferri	4		
<b>A's - area compressa</b>	3.14		
Diametro	18		
Numero ferri	5		
<b>As - tesa</b>	12.72		
<b>SLU con variazione Q=0</b>			Tasso Lavoro
1	0		0.00
1-2	52.5		0.76
2	64.7		0.94
2-3	24.65		0.36
3	41.93		0.61
3-4	24.65		0.36
4	64.7		0.94
4-5	52.5		0.76
5	0		0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>	121	kN	
Diametro staffe	10	mm	
Numero braccia	4	-	
Passo	20	cm	
<b>SLU-con variazione carico VAR. Psi02=0</b>			Tasso Lavoro
1	67.12		0.55
2	108.1	kN	0.89
3	80.8	kN	0.67
4	108.1	kN	0.89
5	61.12	kN	0.51

TRAVE p67-p1-P6-P22		
B1(m)	0.4	m
A1 (m)	0.45	m
Area sez	0.18	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.42	m
Ai (m) sin.	3.38	m
Ai (m) ds.	1.00	m
L campata max	5.5	

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	105.09	kNm	
Diametro	10		
Numero ferri	2		
<b>A's - area compressa</b>	1.57		
Diametro	14	18	
Numero ferri	2	3	
<b>As - tesa</b>	10.71		
<b>SLU con variazione Q=0</b>			Tasso Lavoro
1	0		0.00
1-2	56.9	kNm	0.54
2	73.78	kNm	0.70
2-3	53.89	kNm	0.51
3	124.5	kNm	1.18
3-4	116.9	kNm	1.11
4	0	kNm	0.00
4-5	0	kNm	0.00
5	0	kNm	0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>	113	kN	
Diametro staffe	10	mm	
Numero braccia	2	-	
Passo	10	cm	
<b>SLU-con variazione carico VAR. Psi02=0</b>			Tasso Lavoro
1	65.3		0.58
2	112.3	kN	0.99
3	152.4	kN	1.35
4	97.15	kN	0.86

- Terzo impalcato

TERZO IMPALCATO	
TRAVE p1-p2-p3-p4-p5	
B1(m)	1.1 m
A1(m)	0.25 m
Area sez	0.275 mq
c	0.03 m
d	0.22 m
Ai (m) sin.	2.00 m
Ai (m) ds.	2.68 m
L campata max	3.55

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>		87	kNm
Diametro	12		mm
Numero ferri	4		-
<b>A's - area compressa</b>	4.52		cmq
Diametro	16		mm
Numero ferri	8		-
<b>As - tesa</b>	16.08		cmq
SLU con variazione Q			Tasso Lavoro
	1	0	0.00
	1-2	46.6 kNm	0.54
	2	57.5 kNm	0.66
	2-3	21.9 kNm	0.25
	3	37.3 kNm	0.43
	3-4	21.9 kNm	0.25
	4	57.5 kNm	0.66
	4-5	46.6 kNm	0.54
	5	0 kNm	0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>		149.1	kN
Diametro staffe	10		mm
Numero braccia	4		-
Passo	10		cm
SLU-con variazione carico VAR. Psi02=0			Tasso Lavoro
	1	59.75	0.40
	2	96.26 kN	0.65
	3	71.91 kN	0.48
	4	96.26 kN	0.65
	5	59.75 kN	0.40

TRAVE p6-p7-p8-p9-p10		
B1(m)	1.2	m
A1 (m)	0.25	m
Area sez	0.3	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.22	m
Ai (m) sin.	2.68	m
Ai (m) ds.	2.78	m
L campata max	3.55	

FLESSIONE			
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	68.7	kNm	
Diametro	12	mm	
Numero ferri	4	-	
<b>A's - area compressa</b>	4.52	cm <sup>2</sup>	
Diametro	16	mm	
Numero ferri	6	-	
<b>As - tesa</b>	12.06	cm <sup>2</sup>	
<b>SLU con variazione Q</b>			<b>Tasso Lavoro</b>
1	0		0.00
1-2	54.25	kNm	0.79
2	66.8	kNm	0.97
2-3	25.5	kNm	0.37
3	43.3	kNm	0.63
3-4	25.5	kNm	0.37
4	66.8	kNm	0.97
4-5	54.25	kNm	0.79
5	0	kNm	0.00

TAGLIO			
<b>Vrd con materiali sopra</b>	155	kN	
Diametro staffe	8	mm	
Numero braccia	4	-	
Passo	10	cm	
<b>SLU-con variazione carico VAR. Psi02=0</b>			<b>Tasso Lavoro</b>
1	69.45		0.45
2	112	kN	0.72
3	83	kN	0.54
4	112	kN	0.72
5	69.74	kN	0.45

TRAVE p67-p1-P6-P22		
B1(m)	0.3	m
A1 (m)	0.55	m
Area sez	0.165	m <sup>2</sup>
c	0.03	m
d	0.52	m
Ai (m) sin.	3.38	m
Ai (m) ds.	1.00	m
L campata max	5.5	

FLESSIONE		
<b>Mrd +/- Vcaslu con materiali sopra</b>	83	kNm
Diametro	10	mm
Numero ferri	2	-
<b>A's - area compressa</b>	1.57	cm <sup>2</sup>
Diametro	14	mm
Numero ferri	4	-
<b>As - tesa</b>	6.16	cm <sup>2</sup>
<b>SLU con variazione Q</b>		Tasso Lavoro
1	0	0.00
1-2	53 kNm	0.64
2	63 kNm	0.76
2-3	57 kNm	0.69
3	103.5 kNm	1.25
3-4	107.3 kNm	1.29
4	0 kNm	0.00
4-5	0 kNm	0.00
5	0 kNm	0.00

TAGLIO		
<b>Vrd con materiali sopra</b>	112.14	kN
Diametro staffe	10	mm
Numero braccia	2	-
Passo	10	cm
<b>SLU-con variazione carico VAR. Psi02=0</b>		Tasso Lavoro
1	60.22	0.54
2	96.85 kN	0.86
3	130 kN	1.16
4	89 kN	0.79

Come evidente dalle tabelle sopra riportate, nel caso di riduzione del carico variabile a zero in corrispondenza del solaio del secondo e terzo impalcato, le verifiche sezionali delle travi di spina principali risultano soddisfatte ad esclusione della campata tra pilastri P6 e P22 (verifiche a flessione

non soddisfatte) e in corrispondenza del pilastro P6 (verifiche a flessione e a taglio non soddisfatte). L'immagine seguente (Figura 15) contiene indicazione in pianta della trave per cui è necessario intervento.

In corrispondenza del pilastro e della campata sopra citata si prevedano puntelli cielo-terra (in campata a passo 1m).

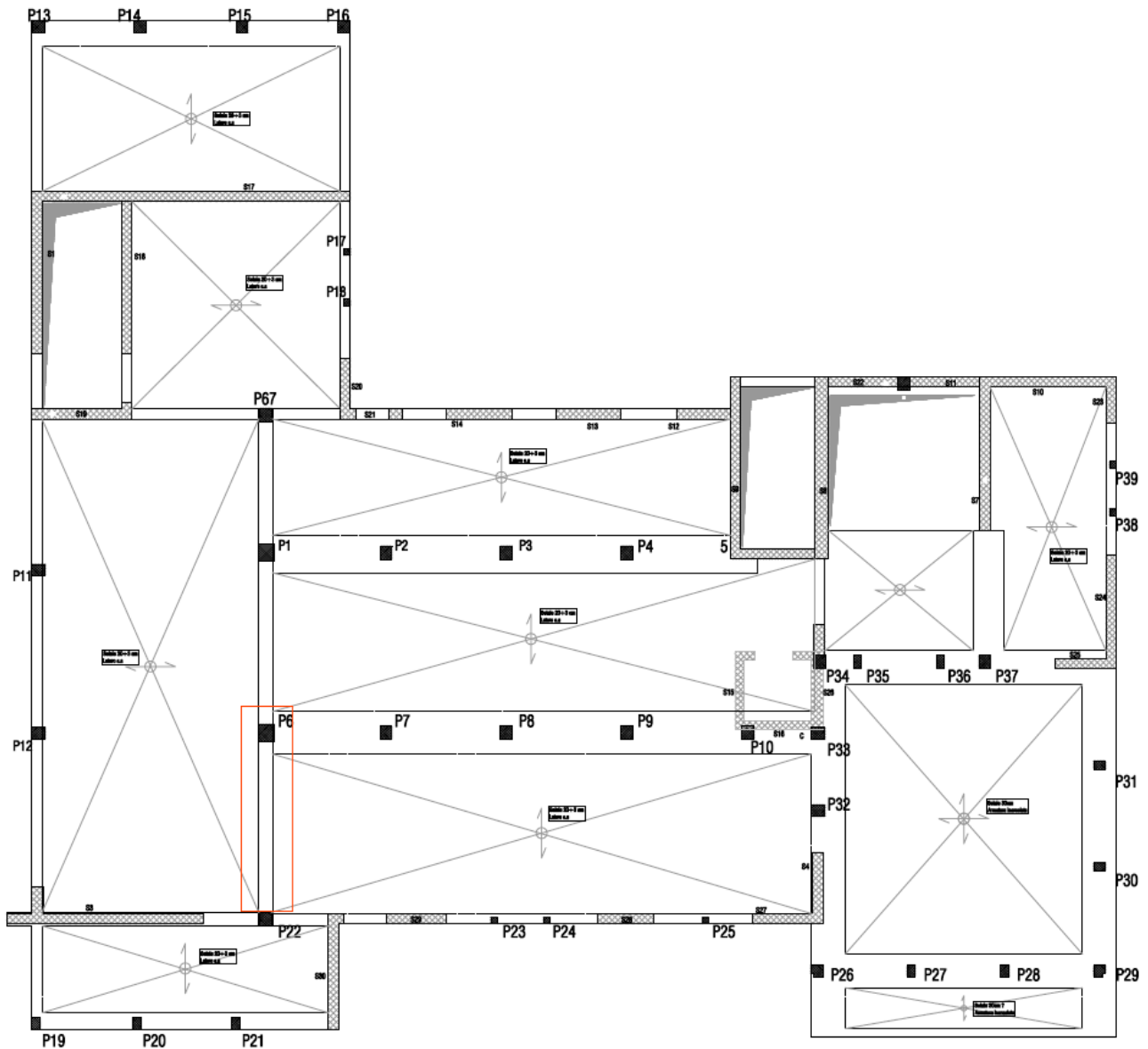


Figura 15 - Pianta secondo impalcato, in rosso indicazione trave che necessita di intervento

#### 4.6.3 SOLAIO – CONDIZIONE SLU $Z_V, I=0$ AL SECONDO E TERZO IMP, PRIMO IMP. PUNTELLATO

Facendo riferimento al solaio indicato al par.4.5.3, si riporta la verifica considerando l'assenza di tamponamenti (veritiero per il solaio oggetto di verifica) e ipotesi di solaio con semi-incastri agli estremi. Si riportano di seguito i risultati delle suddette verifiche:

Riferimento a Solaio 2° impalcato - RIL 21	
Rck	7.31 Mpa
fck	6.07 Mpa
fyk	393.22 Mpa
fc,d duttile	4.50 Mpa
fy,d duttile	291.28 Mpa
Sigma c amm	4.08 Mpa
Sigma s, amm_feB38k	220.00 Mpa
g1 pp solaio	3 kN/mq
g2 solaio tipo 1	2.8 kN/mq
g2 solaio tipo 1 + tampo	4.4 kN/mq
q cat.B1	0 kN/mq
L lorda	6.45 m
Lnetta	6.15 m
Sezione a T	
b1 = Ai	28 cm
h1	6 cm
b2	8 cm
h2	20 cm

<b>SENZA TAMP</b>	
g1	0.840 kN/m
g2_senza tamp	0.784 kN/m
q_B1	0.000 kN/m
<b>Msd slu - seminc</b>	6.654 kNm
Mrd VcaSLU	6.705 kNm
Msd SLU/Mrd	0.992 kNm

La condizione attualmente rappresentativa dello stato di fatto per il solaio oggetto di verifica (e complessivamente rappresentativa dei solai in opera) risulta essere quella priva di tamponamenti gravanti sul solaio (di media i tamponamenti pesanti e le armature presenti si trovano in corrispondenza delle travi principali o comunque non nella mezzera dei solai) e con un vincolo di semi-incastro agli estremi del solaio. Nelle condizioni sopra esposte, il rapporto tra momento sollecitante allo SLU con carico variabili pari a 0, e momento resistente Mrd risulta essere pari a 0.99

## 5 CONCLUSIONI E INDICAZIONI PER L'AUMENTO DELLA SICUREZZA

Nell'ambito del *Progetto di strip-out e rifunzionalizzazione dell'edificio esistente* sede dell'attuale Municipio di Concesio, è stata concordata con l'Amministrazione l'esecuzione di una riqualificazione strutturale atta all'aumento della sicurezza strutturale dello stesso (Intervento di miglioramento, cap. §8.4 – NTC2018).

In accordo al cap. 8.3 – NTC2018, per l'intervento di miglioramento è stata svolta la valutazione della sicurezza dell'edificio allo stato di fatto, con lo scopo di determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla Normativa Vigente. La valutazione della sicurezza, in generale, deve permettere di stabilire se l'uso della costruzione può continuare senza interventi, oppure esso debba essere modificato (declassamento, cambio di destinazione e/o imposizione di limitazioni e/o cautele nell'uso), e/o sia necessario aumentare la sicurezza strutturale, mediante interventi.

Per poter eseguire la valutazione della sicurezza, in accordo alle NTC2018, è risultata necessaria l'acquisizione del livello di conoscenza (nel caso in oggetto LC1 – minimo livello di conoscenza) a cui associare il relativo fattore di confidenza FC. Tale livello è stato raggiunto effettuando l'analisi storico-critica e la campagna diagnostica commisurata al livello di conoscenza LC1, tramite le quali sono stati definiti:

- geometria della struttura;
- dettagli costruttivi;
- caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti.

Dalle indagini eseguite dalla ditta P&P per conto dell'Amministrazione Comunale, si è riscontrata una qualità del calcestruzzo in opera bassa, per tutti gli elementi strutturali indagati (pareti, travi e pilastri) e per ogni piano dell'edificio. Inoltre, si è individuata la totale assenza di armature in corrispondenza delle pareti in calcestruzzo presenti nell'edificio, sia nel cantinato, sia nelle strutture in elevazione.

La valutazione della sicurezza della struttura esistente è stata svolta dapprima nei confronti delle azioni non sismiche, ovvero carichi permanenti e altre azioni di servizio combinate per gli stati limite secondo i criteri della Normativa Vigente (combinazione SLU).

Nonostante la struttura non presenti evidenze di dissesto statico in atto e particolari evidenze di riduzione della capacità resistente e deformativa, le verifiche statiche in Condizione Ultima non risultano soddisfatte, con particolare riferimento alle travi e ai solai di ogni impalcato.

Come chiarito nel cap. 8.3 delle NTC 2018 e C8.3 della Circolare 2 febbraio 2019 n.7, nel caso in cui l'inadeguatezza di un'opera si manifesti nei confronti delle azioni non sismiche, come nel caso in oggetto, è necessario adottare opportuni provvedimenti, quali limitazione dei carichi consentiti, restrizioni all'uso e/o esecuzione di interventi volti ad aumentare la sicurezza, che consentano l'uso della costruzione con i livelli di sicurezza richiesti dalle NTC.

Dall'analisi della struttura esistente, per garantire l'uso della costruzione con i livelli di sicurezza richiesti dalle NTC, risultano necessarie modifiche e restrizioni d'uso dello stabile.

Tra le soluzioni attuabili, si propone il seguente schema di intervento:

- realizzazione di provvedimenti atti all'aumento del livello di sicurezza:
  - inserimento di puntelli al piano interrato, in corrispondenza di travi e solai;
  - inserimento di puntelli ai piani superiori, ove necessario (si veda par.4.6.1 e 4.6.2);
  - inibizione nell'utilizzo del piano primo, anche al personale;
  - riduzione dei carichi permanenti presenti al piano primo.
- declassamento della costruzione: il Municipio non potrà più essere classificato come edificio strategico e di gestione della protezione civile in caso di calamità;

In accordo alla Circolare 2 febbraio 2019, N.7 – C.S.LL.PP, tali interventi permettono di eliminare le vulnerabilità più importanti parzialmente e temporaneamente, in attesa di essere completati da interventi più ampi atti a migliorare complessivamente la costruzione.

Il tecnico,

Ing. Stefano Tortella





**AEGIS**  
CANTARELLI + PARTNERS

**Comune di Concesio**

**ALLEGATO A**  
**PROGETTO CAMPAGNA DIAGNOSTICA**

**UBICAZIONE DELL'INTERVENTO:**

Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

**IL TECNICO:**

Ing. Stefano Tortella





**AEGIS**  
CANTARELLI + PARTNERS

**Comune di Concesio**

# **RISTRUTTURAZIONE E AMPLIAMENTO MUNICIPIO DI CONCESIO**

## **PROGETTO CAMPAGNA DIAGNOSTICA EDIFICIO ESISTENTE**

### **UBICAZIONE DELL'INTERVENTO:**

Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

### **IL TECNICO:**

Ing. Stefano Tortella



---

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>CAMPAGNA DIAGNOSTICA</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>8</b>

## 1 PREMESSA

L'edificio esistente è costituito da due piani fuori-terra e un piano interrato, con una dimensione in pianta di 430 mq per il piano interrato e 640mq per i piani superiori. La struttura esistente, in base agli elaborati messi a disposizione dall' Ufficio Tecnico del Comune di Concesio, è costituita da pilastri e travi in calcestruzzo armato, con presenza di pareti in calcestruzzo in corrispondenza dei nuclei scale e in alcune porzioni di perimetro dell'edificio.

In generale, per poter eseguire la valutazione della sicurezza secondo le **NTC18** risulta necessaria l'acquisizione del livello di conoscenza LC (LC1, LC2 e LC3) a cui associare il relativo fattore di confidenza FC. Quest'ultimo riflette le incertezze relative alla stima della resistenza dei materiali, ai dettagli costruttivi e, più in generale, quelle associate all'intero comportamento strutturale.

In accordo alla Normativa Vigente (tabella C8.5.V - Circolare 21 gennaio 2019 n. 7, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018"), per il raggiungimento del **minimo livello di conoscenza (LC1)** risultano necessarie le seguenti indagini:

- **Rilievo della struttura:** Nel caso in oggetto, visti gli elaborati forniti dal Comune (di cui al Cap.2 della presente relazione), è possibile effettuare un rilievo visivo a campione per verificare la rispondenza del costruito ai disegni; Unica eccezione consta nei pilastri del secondo piano, di cui, dalla documentazione fornitaci dall' Ufficio Tecnico, non è possibile definire geometria e posizione reciproca. Sarà necessario per tali elementi un rilievo strutturale completo.
- **Indagini limitate in situ**, ovvero il rilievo dei dettagli costruttivi (armature e collegamenti presenti negli elementi più importanti). La Normativa richiede la verifica della quantità e della disposizione dell'armatura per almeno il 15% degli elementi "primari" (trave, pilastro).
- **Prove limitate in situ e in laboratorio**, necessarie per la caratterizzazione delle resistenze meccaniche dei materiali. In particolare, in accordo alla normativa vigente, sarà necessario 1 provino di cls per 300m<sup>2</sup> di piano dell'edificio e 1 campione d'armatura per

piano dell'edificio (prove distruttive), eventualmente corredate e/o sostituibili da prove non distruttive ("ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con almeno il triplo di prove non distruttive" - tab. C8.5.V e C8.5.VI NTC18).

Il presente documento è stato redatto a seguito di sopralluogo preliminare in loco e analisi – storico critica, svolta tramite reperimento della documentazione disponibile del fabbricato e studio di elaborati e relazioni progettuali relativi alla realizzazione della costruzione.

Sulla base della documentazione riportata al Cap.2 della presente relazione è stato possibile predisporre elaborati strutturali contenenti le geometrie delle strutture esistenti, da confermare in fase di rilievo, in particolare:

- Pianta fondazioni interrato
- Pianta primo impalcato
- Pianta fondazioni piano terra
- Pianta secondo impalcato
- Pianta terzo impalcato

## 2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

A livello documentale, per l'edificio in oggetto, l'Ufficio Tecnico del Comune ha fornito i seguenti elaborati:

- **Elaborati strutturali/architettonici**, a firma Geom. Venturelli, Geom. Damiani del 1964-1965;

Tali elaborati contengono informazioni geometriche della struttura esistente (indicazione maglia strutturale, geometria travi, pilastri, pareti in calcestruzzo e muratura). Risultano assenti indicazioni relative ai dettagli costruttivi (armature, collegamenti) e alle caratteristiche meccaniche dei materiali.

- **Collaudo statico**, a firma del Dott. Ing. Pier di Pietro del 1965; Relativamente a tale documento si fa presente che, come Progettista, Calcolatore e Direttore lavori si fa riferimento al Dott. Ing. Buizza, non citato negli elaborati strutturali/architettonici di cui sopra.
- **Certificato di idoneità statica**, a firma del Dott. Ing. Gianpietro Bocchi in data 22/02/2003;

### 3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.M. 17/01/2018, “Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, “Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008”;

### 4 CAMPAGNA DIAGNOSTICA

Il **quadro della campagna diagnostica nel dettaglio** è visibile negli elaborati allegati al presente documento, elencati al cap. 5 della presente relazione.

Si riportano di seguito in modo schematico le prove indicate negli elaborati di cui sopra.

#### PIANO INTERRATO

- **Rilievo della struttura:** visti gli elaborati forniti dalla Committenza a firma Geom. Venturelli e Damiani, è possibile effettuare un rilievo visivo a campione per verificare la rispondenza del costruito ai disegni;
- **Indagine dettagli costruttivi** (armatura), tramite indagine pacometrica e/o distruttiva su min. 15% elementi strutturali principali (15% pareti c.a, 15% pilastri e 15% travi);
- **Indagine sui materiali**
  - Muri
    - Estrazione N°1 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche e ultrasoniche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
  - Pilastri
    - Estrazione N°1 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche e ultrasoniche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
  - Travi e solaio primo impalcato
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°2 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche);

- Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
- Rilievo spessore e tipologia solaio primo impalcato, tramite rimozione finitura;

## PIANO TERRA

- **Rilievo della struttura:** visti gli elaborati forniti dalla Committenza a firma Geom. Venturelli e Damiani, è possibile effettuare un rilievo visivo a campione per verificare la rispondenza del costruito ai disegni;
- **Indagine dettagli costruttivi (armatura),** tramite indagine pacometrica e/o distruttiva su min. 15% elementi strutturali principali (15% pareti c.a, 15% pilastri e 15% travi);
- **Indagine sui materiali**
  - Muri
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche e ultrasoniche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
  - Pilastri
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche e ultrasoniche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
  - Travi e solaio secondo impalcato
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
    - Rilievo spessore e tipologia solaio secondo impalcato, tramite rimozione finitura e indagine termografica e/o distruttiva nelle zone in cui è necessario verificare l'orditura dei solai;

## PIANO PRIMO

- **Rilievo della struttura:** visti gli elaborati forniti dal Comune a firma Geom. Venturelli e Damiani, è possibile effettuare un rilievo visivo a campione di pareti e travi in c.a per verificare la rispondenza del costruito ai disegni; per quanto riguarda i pilastri, dalla documentazione fornitaci dalla Committenza, non è possibile definire geometria e posizione reciproca: sarà necessario per tali elementi un rilievo strutturale completo.
- **Indagine dettagli costruttivi** (armatura), tramite indagine pacometrica e/o distruttiva su min. 15% elementi strutturali principali (15% pareti c.a, 15% pilastri e 15% travi);
- **Indagine sui materiali**
  - Muri
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°1 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche e ultrasoniche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°1 prove non distruttive (prova con microdurometro);
  - Pilastri
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche e ultrasoniche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
  - Travi e solaio terzo impalcato
    - Estrazione N°2 carote di cls + N°3 prove non distruttive su cls (prove sclerometriche);
    - Estrazione N°1 barre di acciaio + N°3 prove non distruttive (prova con microdurometro);
    - Rilievo spessore e tipologia solaio terzo impalcato, tramite rimozione finitura e indagine termografica e/o distruttiva nelle zone in cui è necessario verificare l'orditura dei solai;

Oltre alle indagini sopra indicate, sarà necessario mettere in luce le fondazioni mediante piccoli scavi, attraverso cui si possa capire la profondità d'imposta, le dimensioni e la tipologia delle stesse (rilievo geometrico). Da una prima valutazione preliminare non risultano necessarie ulteriori

verifiche del sistema di fondazione in quando non sussistono condizioni riportate al Cap. 8.3 della Normativa Vigente (dissesti della struttura dovuti a cedimenti delle fondazioni, condizioni morfologiche sfavorevoli, possibili fenomeni di liquefazione).

Le suddette indagini risultano necessarie al raggiungimento del **livello di conoscenza minimo (LC1)** dell'edificio esistente, per la valutazione della sicurezza secondo NTC2018. Trattandosi di un edificio in uso, la posizione di tali indagini potrà essere modificata in corso d'opera sulla base delle necessità.

Durante la fase di indagine, infine, risulteranno utili eventuali spaccature locali per valutare ulteriori dettagli costruttivi (es. Lunghezza sovrapposizione ferri), in aggiunta alle prove sopra elencate.

## 5 ALLEGATI

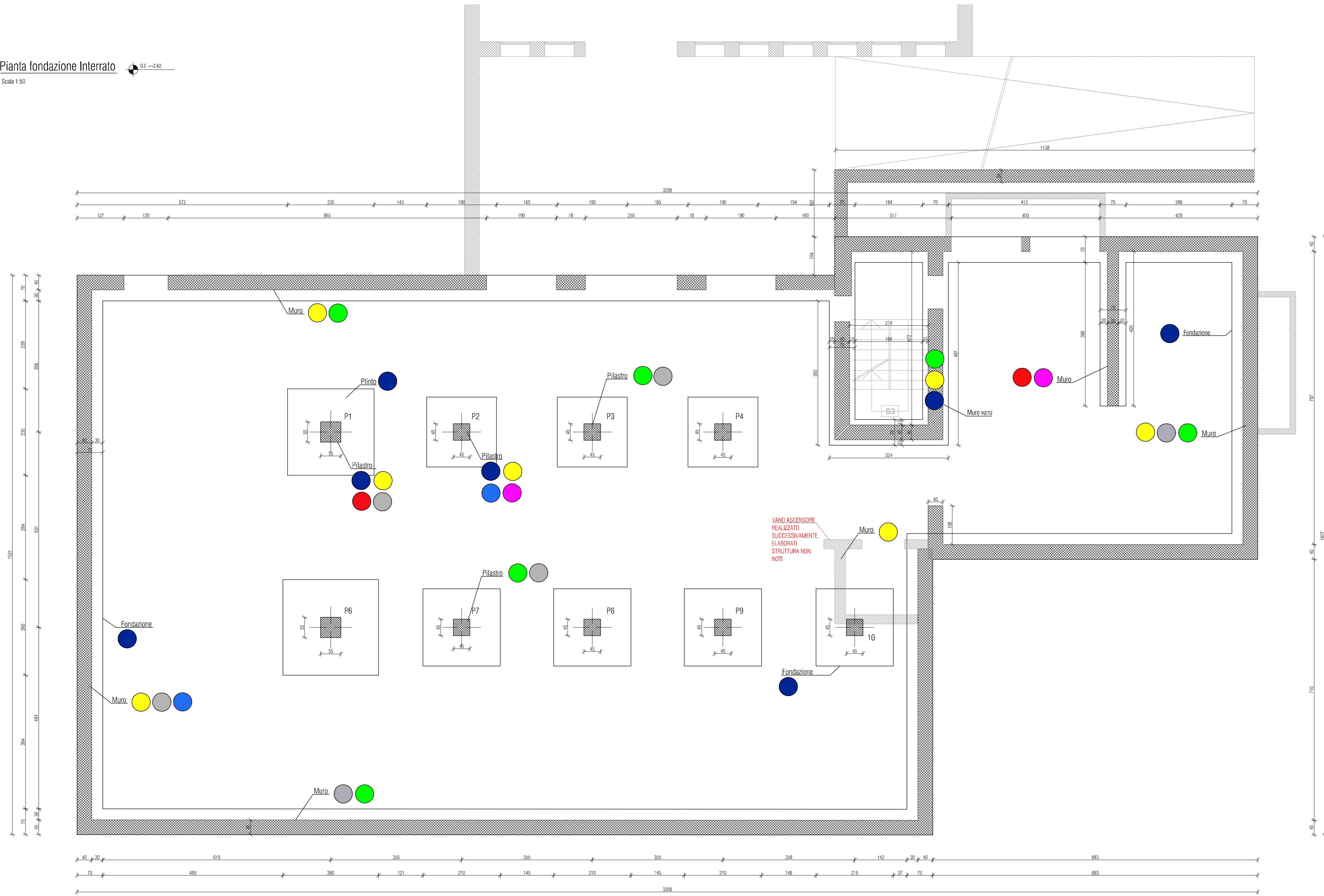
ELENCO ELABORATI CAMPAGNA DIAGNOSTICA		
STR	01	PIANTA FONDAZIONI INTERRATO - Campagna diagnostica fondazioni pilastri muri
STR	02	PIANTA PRIMO IMPALCATO - Campagna diagnostica travi e solai
STR	03	PIANTA FONDAZIONI PIANO TERRA - Campagna diagnostica fondazioni
STR	04	PIANTA SECONDO IMPALCATO - Campagna diagnostica pilastri e muri
STR	05	PIANTA SECONDO IMPALCATO - Campagna diagnostica travi e solai
STR	06	PIANTA TERZO IMPALCATO - Campagna diagnostica pilastri e muri
STR	07	PIANTA TERZO IMPALCATO - Campagna diagnostica travi e solai

Il tecnico,

Ing. Stefano Tortella











Pianta fondazione Interrato  0.E -2.62  
Scala 1:50



In accordo con la Committenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

**LEGENDA: INDAGINI**  
fondazioni pilastri muri LC1

-  RILIEVO STRUTTURALE A CAMPIONE  
(Individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)
- DETTAGLI COSTRUTTIVI**
-  Prova pacometrica e/o distruttiva
-  Termocamera solai
- CARATTERISTICHE MATERIALI**
-  Carotaggi calcestruzzo
-  Prova ultrasonica
-  Prova sclerometrica
-  Prelievo barre di armatura
-  Prova con microduremetro

COMUNE DI CONCESIO

**MUNICIPIO DI CONCESIO**  
Ampliamento e ristrutturazione  
Indagine diagnostica

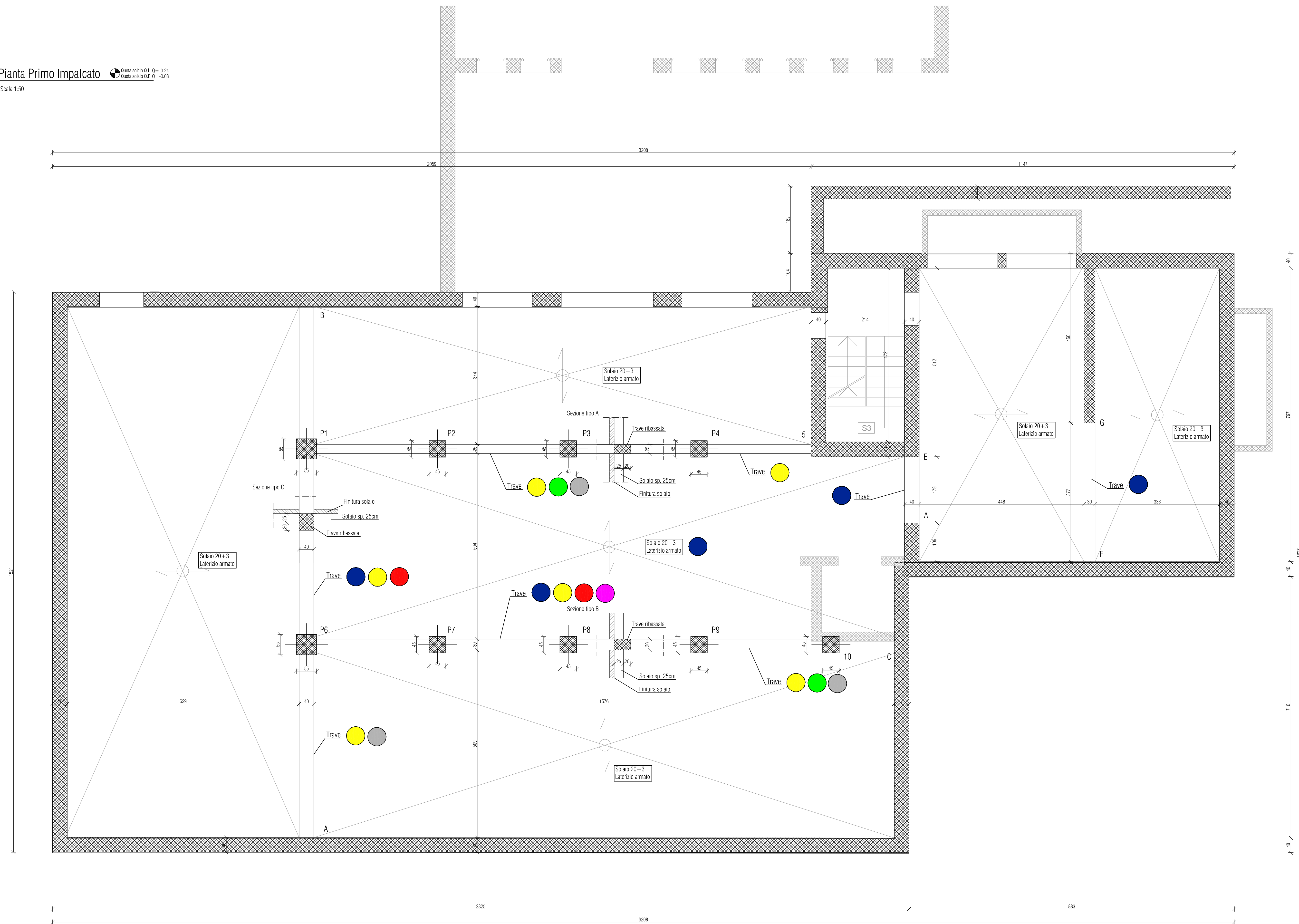
N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	04/08/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE			
Comune di Concesio Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS			
IL TECNICO			
ing. Stefano Toriella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832 Via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia			
ELABORATO			
PIANTA FONDAZIONI - INTERRATO CAMPAGNA DIAGNOSTICA FONDAZIONI - PILASTRI - MURI C.A			
SCALA 1:50			
LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA
1257	-	STR	01
			00

In accordo con la Committenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

LEGENDA: INDAGINI travi LC1

- RILIEVO STRUTTURALE A CAMPIONE  
(Individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)
- DETTAGLI COSTRUTTIVI  
Prova pacometrica e/o distruttiva
- Termocamera solai
- CARATTERISTICHE MATERIALI**
- Carotaggi calcestruzzo
- Prova ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prelievo barre di armatura
- Prova con microdurometro



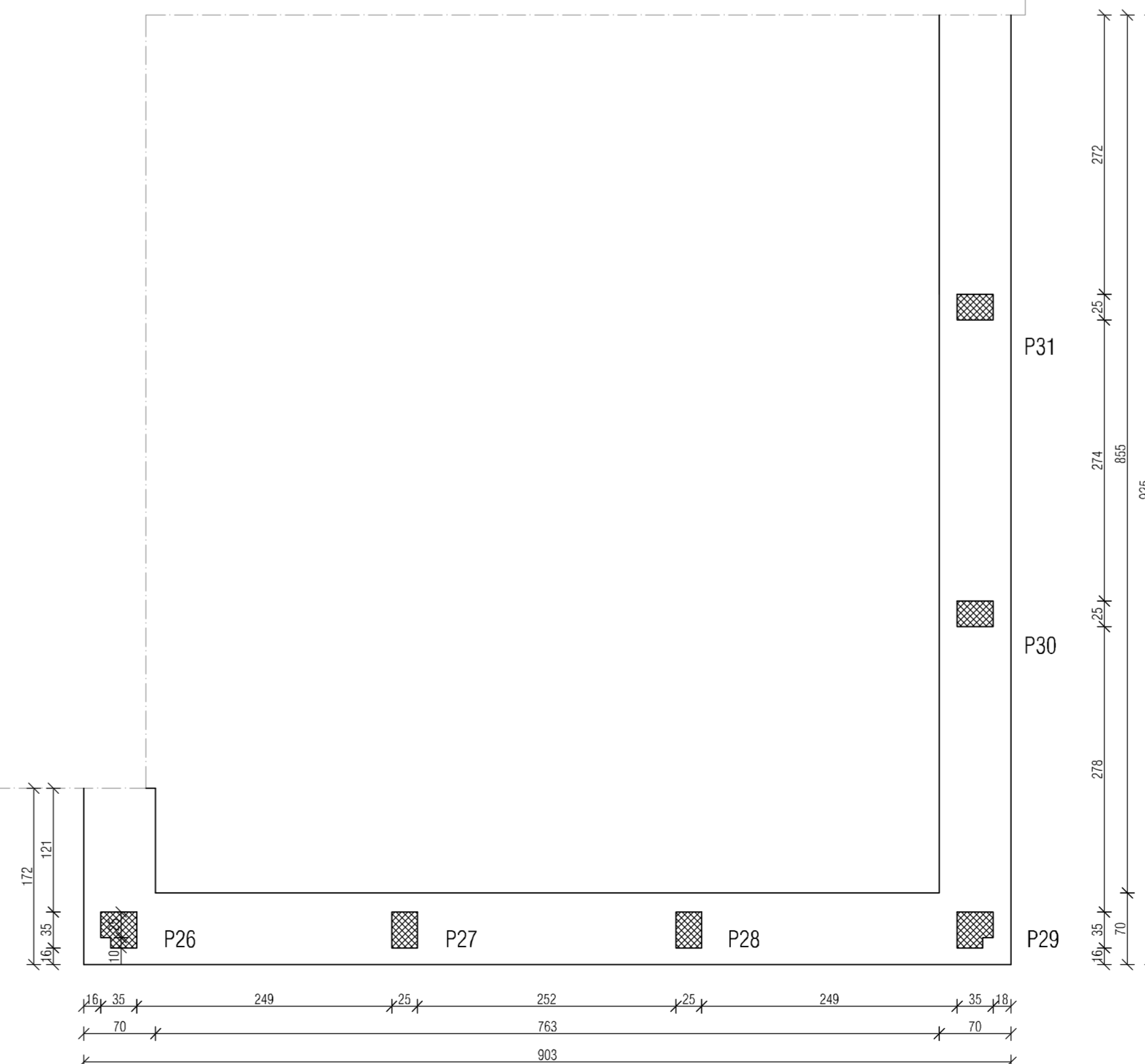
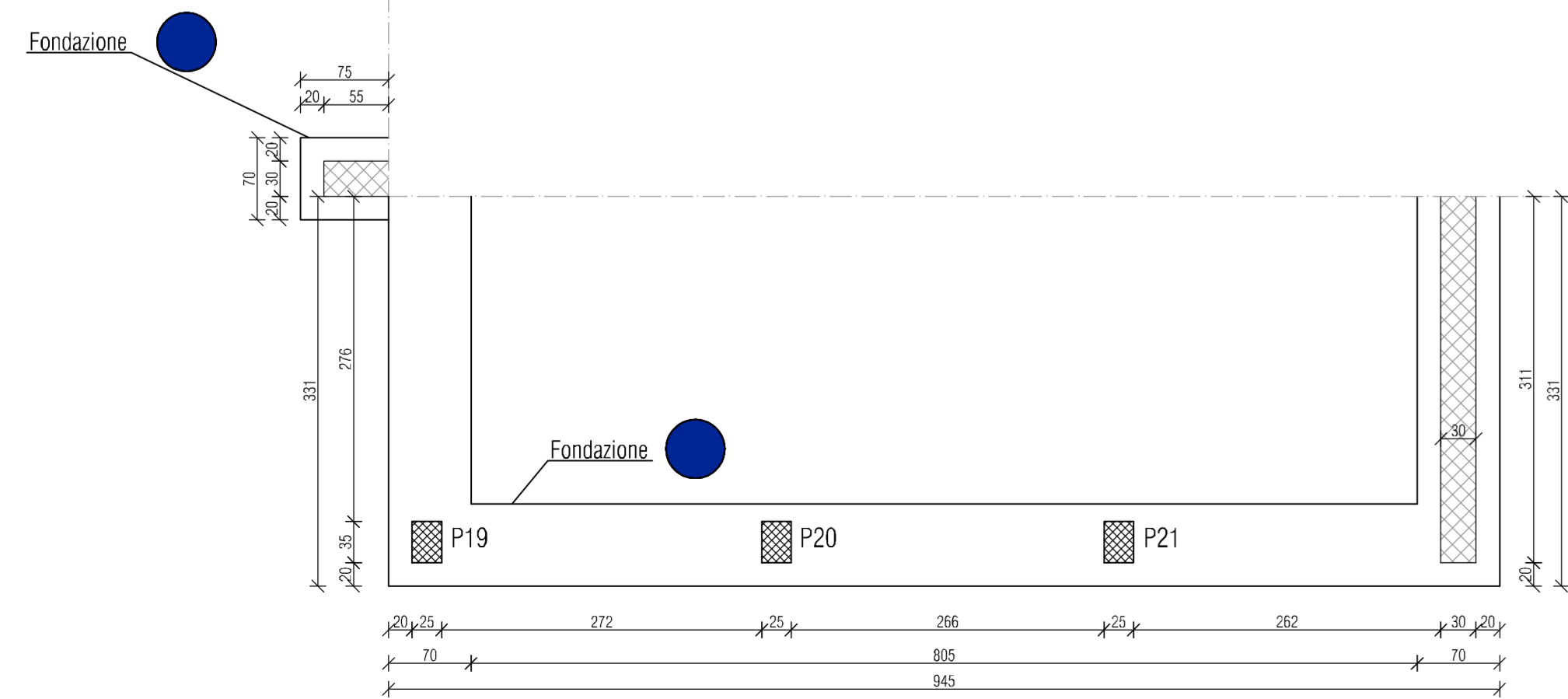
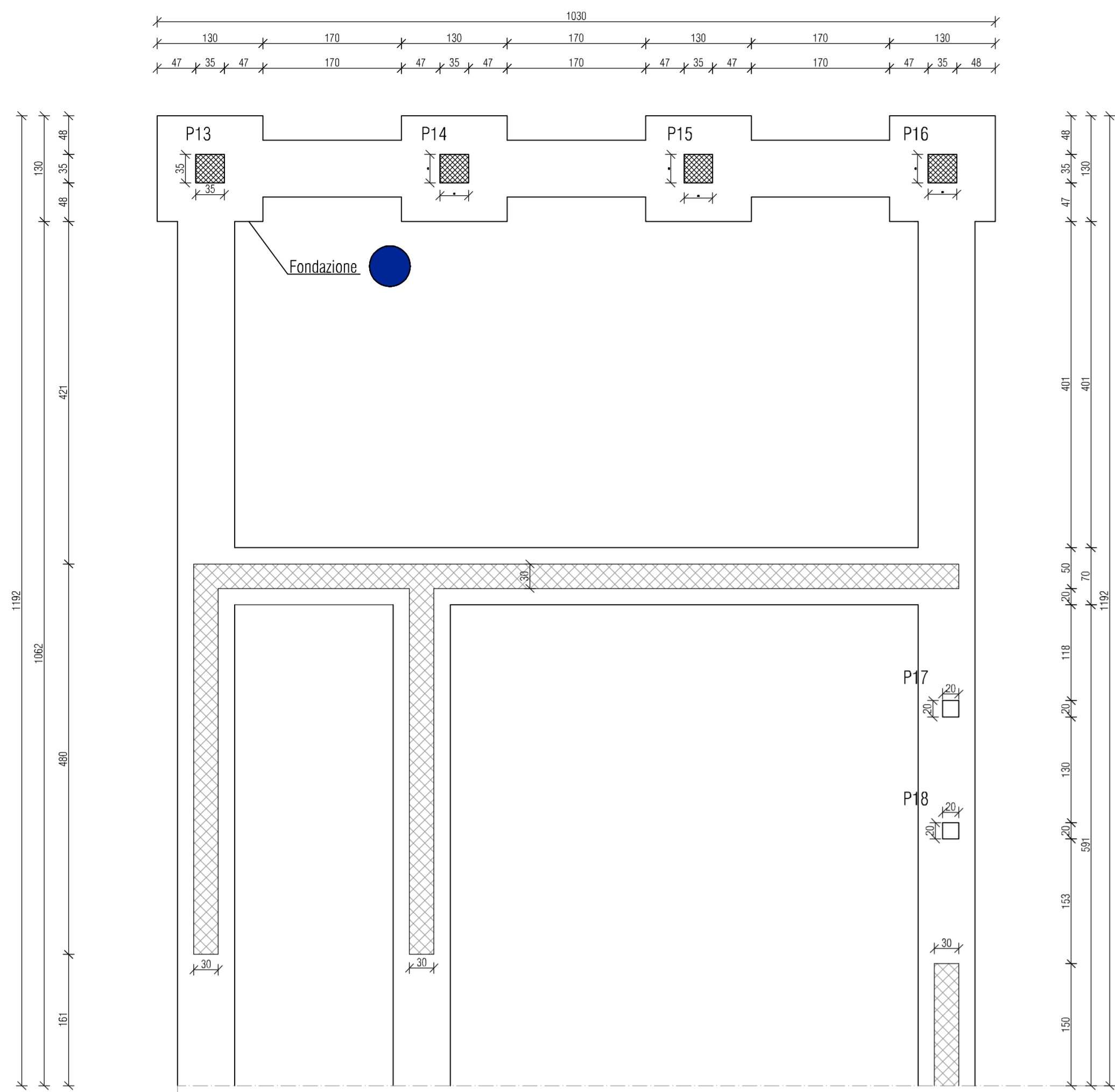
COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
Ampliamento e ristrutturazione  
Indagine diagnostica

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	04/06/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE			
Comune di Concesio Piazza Paolo VI, 1, 25082 Concesio BS			
IL TECNICO			
Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832 via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia			
ELABORATO			
<b>PIANTA PRIMO IMPALCATO</b> CAMPAGNA DIAGNOSTICA TRAVI E SOLAI			
SCALA 1:50			
LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA
1257	-	STR	02
			00



In accordo con la Committenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

**LEGENDA: INDAGINI LC1**

- RILIEVO STRUTTURALE A CAMPIONE  
(Individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)
- Prova pacometrica e/o distruttiva
- Termocamera solari
- Carolaggi calcestruzzo
- Prova ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prelievo barre di armatura
- Prova con microdurometro

COMUNE DI CONCESIO

**MUNICIPIO DI CONCESIO**  
 Ampliamento e ristrutturazione

Indagine diagnostica

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	31/05/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE  
 Comune di Concesio  
 Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

IL TECNICO  
 Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832  
 Via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia



ELABORATO  
**PIANTA FONDAZIONI - PIANO TERRA**  
 CAMPAGNA DIAGNOSTICA FONDAZIONI

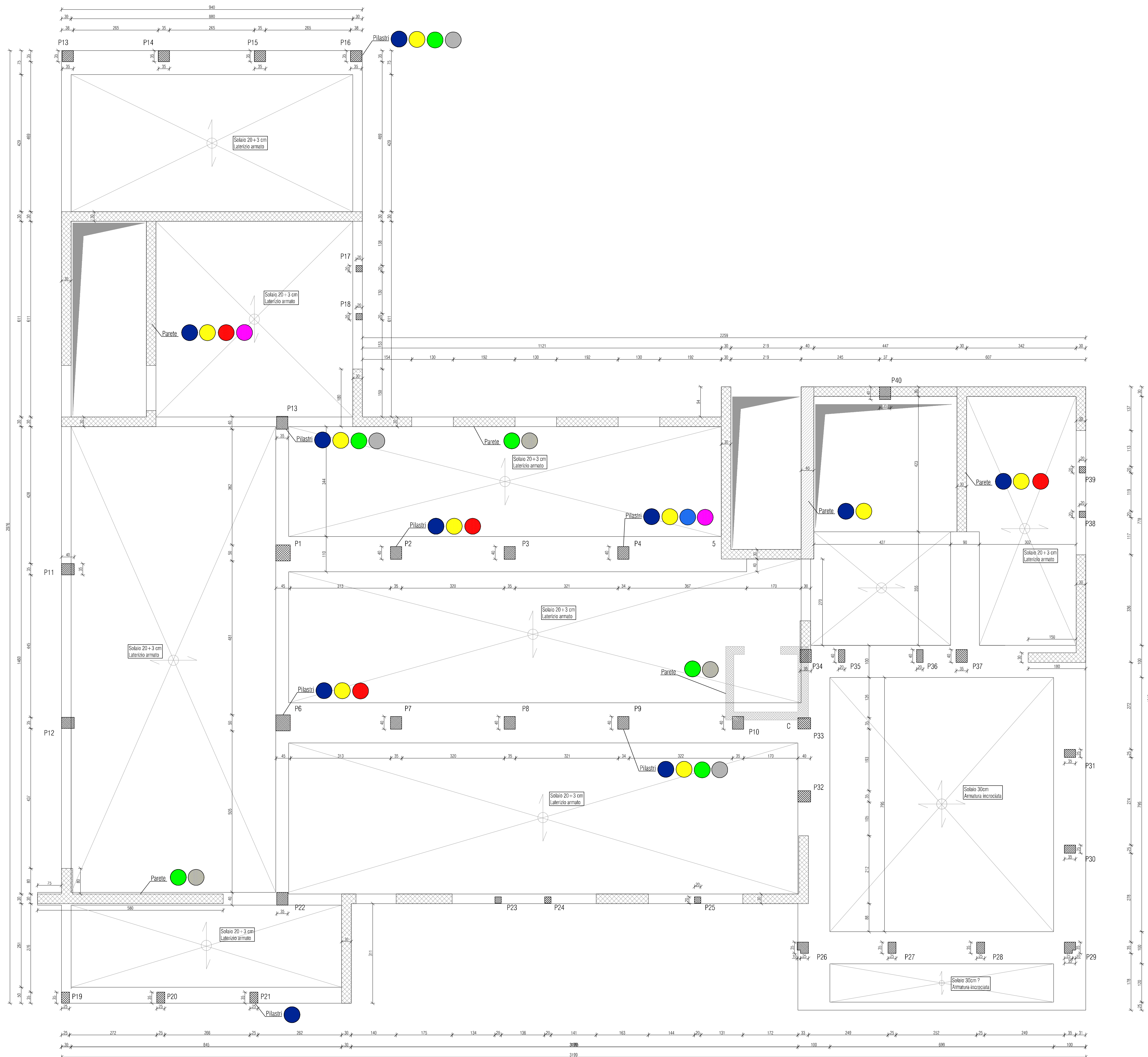
LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1257	-	STR	03	00

Pianta Secondo Impalcato

Quota sabbia 0,10 - 0,20  
Quota sabbia 0,10 - 0,20

Scala 1:50

Muri in calcestruzzo sp.30cm  
Muri in muratura sp. 40cm



In accordo con la Committenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

LEGENDA: INDAGINI pilastri e muri LC1

- RILIEVO STRUTTURALE A CAMPIONE (Individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)
- DETTAGLI COSTRUTTIVI (Prova pacometrica e/o distruttiva)
- CARATTERISTICHE MATERIALI**
- Carotaggi calcestruzzo
- Prova ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prelievo barre di armatura
- Prova con microduremetro

COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
Ampliamento e ristrutturazione

Indagine diagnostica

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	31/05/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE  
Comune di Concesio  
Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

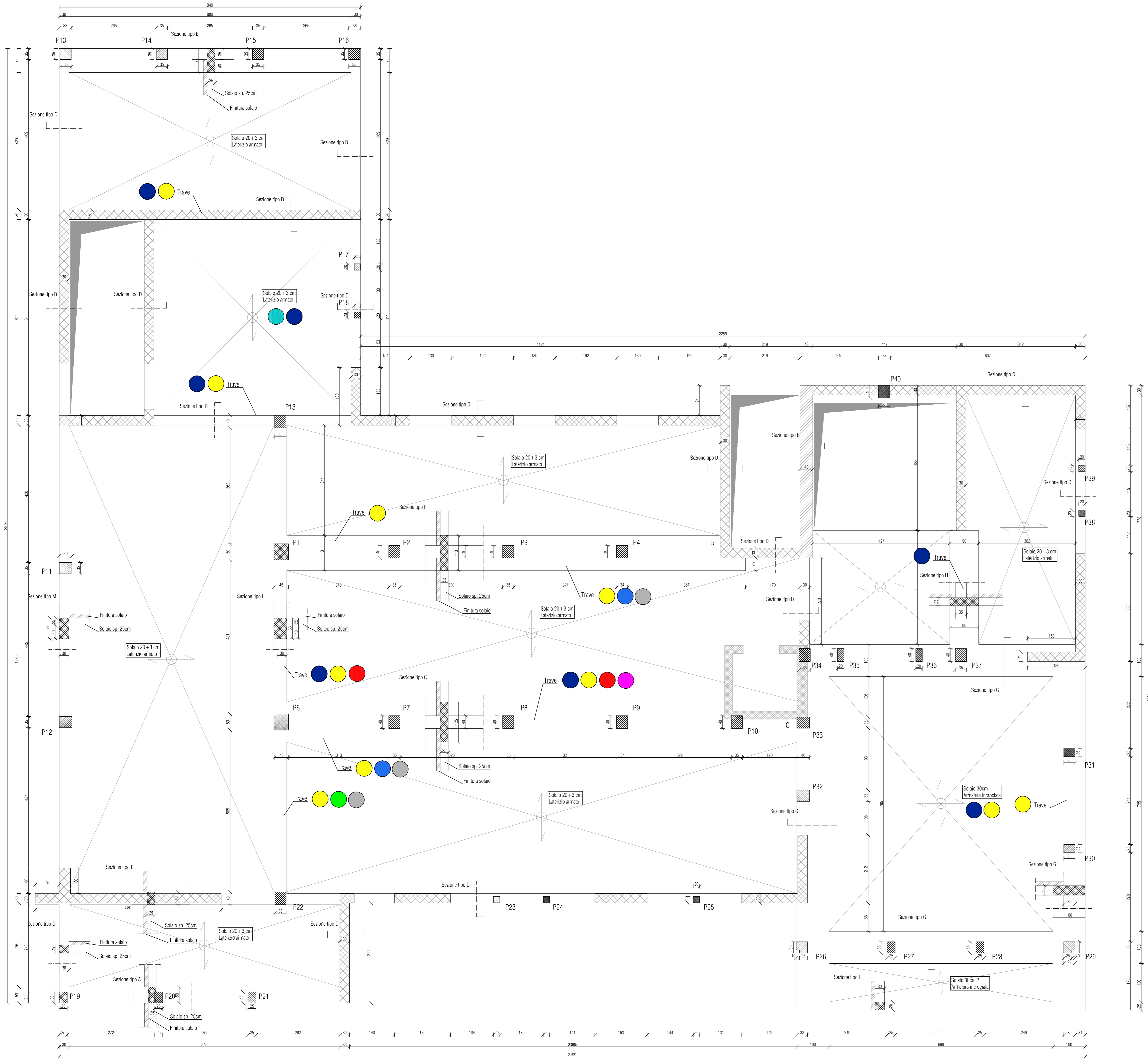
IL TECNICO  
Ing. Stefano Tortola - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832  
Via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia



ELABORATO  
PIANTA SECONDO IMPALCATO  
CAMPAGNA DIAGNOSTICA PILASTRI E MURI

LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1257	-	STR	04	00

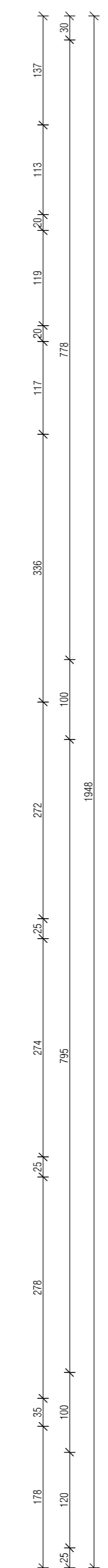
Muri in calcestruzzo sp.30cm  
 Muri in muratura sp. 40cm



In accordo con la Committenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

LEGENDA: INDAGINI travi e solai LC1

- RILIEVO STRUTTURALE A CAMPIONE (Individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)
- Prova pacometrica e/o distruttiva
- Termocamera solai
- CARATTERISTICHE MATERIALI**
- Carotaggi calcestruzzo
- Prova ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prelievo barre di armatura
- Prova con microduremetro



COMUNE DI CONCESIO

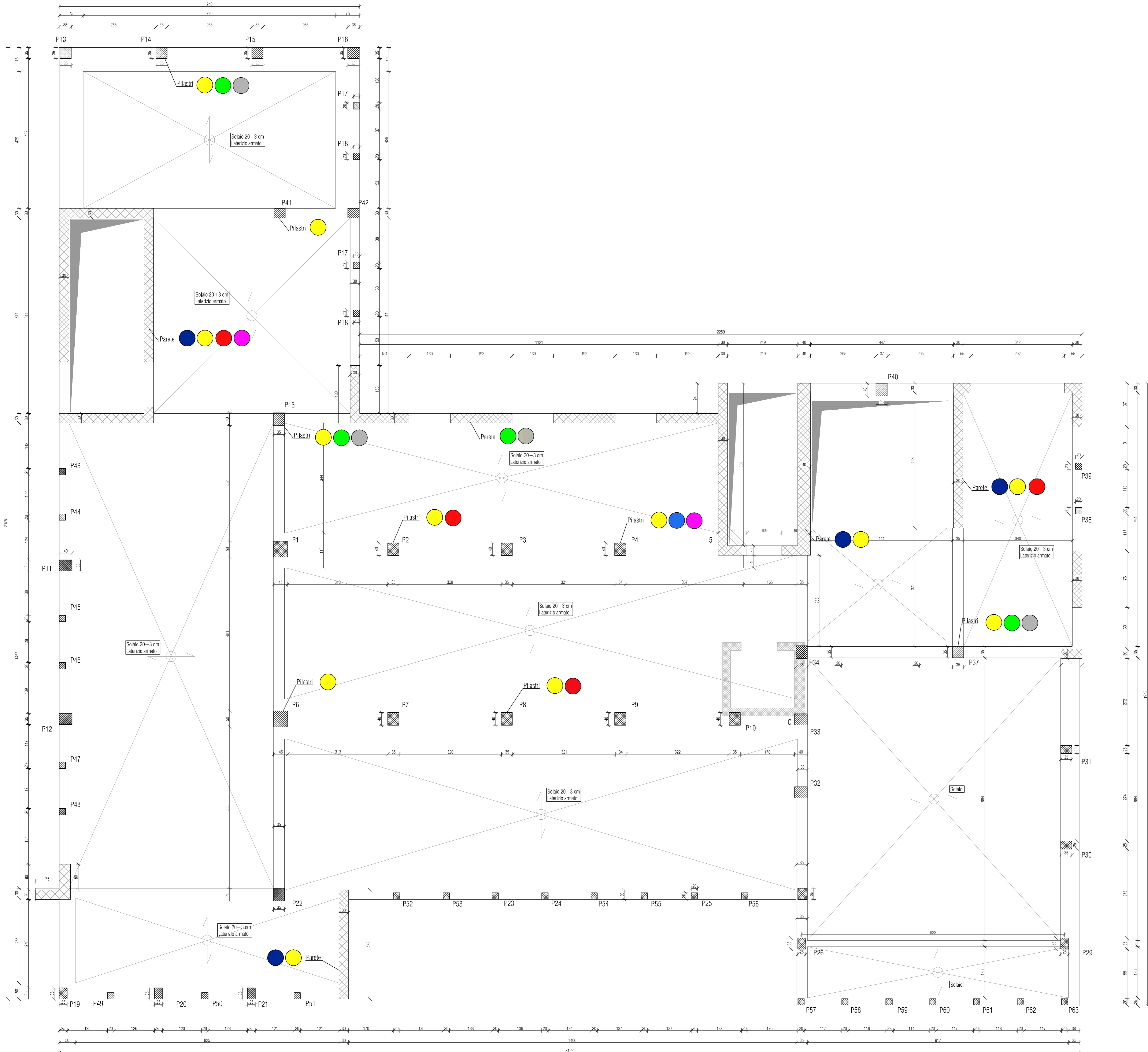
MUNICIPIO DI CONCESIO  
 Ampliamento e ristrutturazione

Indagine diagnostica

N. ACC.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	31/05/2021	S.S.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE			
Comune di Concesio Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS			
ELABORATO			
PIANTA SECONDO IMPALCATO CAMPAGNA DIAGNOSTICA TRAVI E SOLAI			
SCALA 1:50	PROIEZIONE	SETTORE	FOGLIO
1257	-	STR	05
			00

Muri in calcestruzzo sp.30cm  
 Muri in muratura sp. 40cm



In accordo con la Committenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

LEGENDA: INDAGINI pilastri e muri LC1

RILIEVO STRUTTURALE PILASTRI COMPLETO (individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)

DETTAGLI COSTRUTTIVI  
 Prova pacometrica e/o distruttiva

CARATTERISTICHE MATERIALI  
 Carotaggi calcestruzzo  
 Prova ultrasonica  
 Prova sclerometrica  
 Prelievo barre di armatura  
 Prova con microduremetro

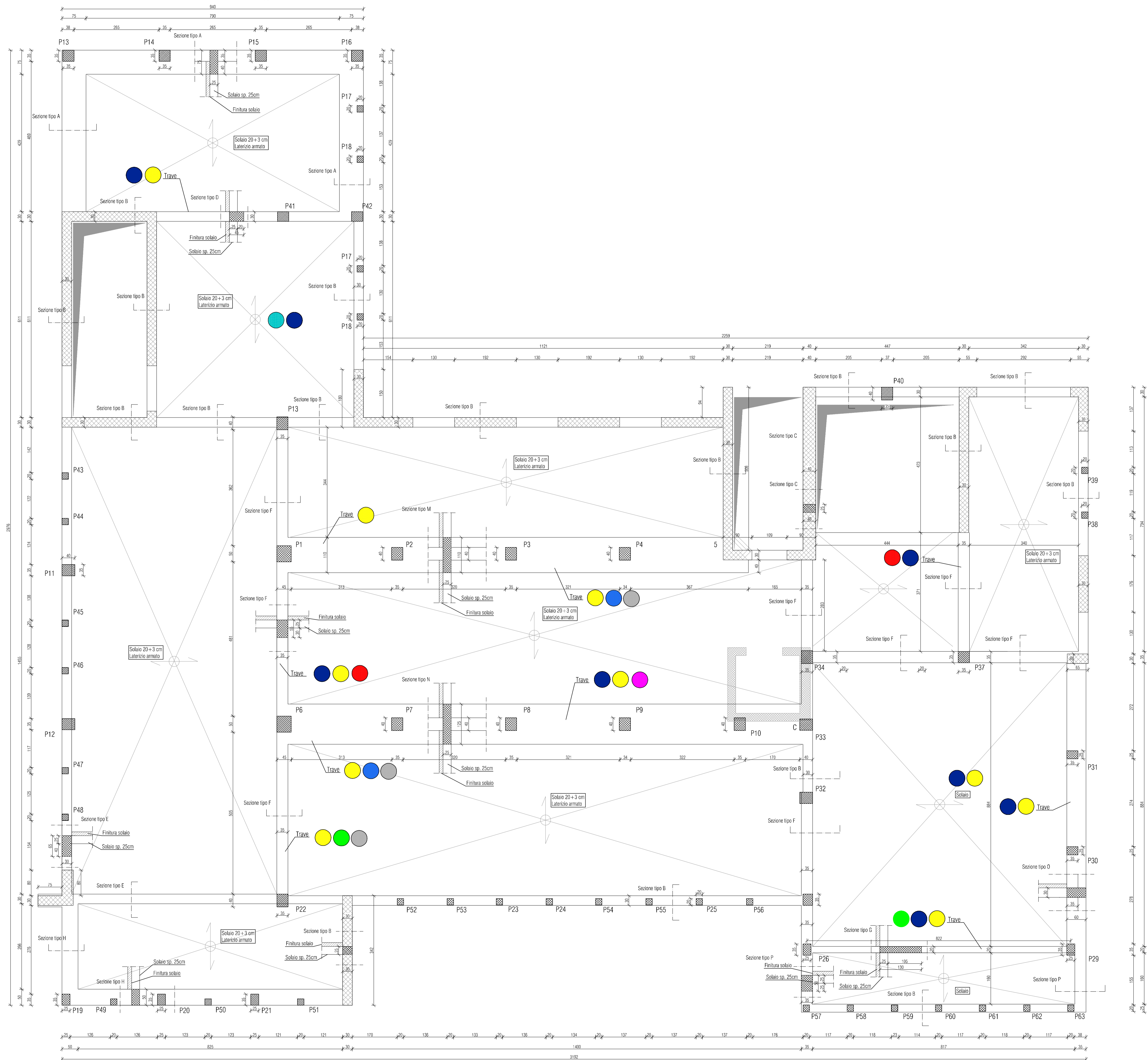
COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
 Ampliamento e ristrutturazione  
 Indagine diagnostica

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
06	31/05/2021	S.S.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE				
Comune di Concesio Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS				
ELABORATO				
PIANTA TERZO IMPALCATO CAMPAGNA DIAGNOSTICA PILASTRI E MURI				
SCALA: 1:50	LAVORO: 1257	TIPOLOGIA: -	SETTORE: STR	TAVOLA: 06
				AGGIORNAMENTO: 00

Muri in calcestruzzo sp.30cm  
Muri in muratura sp. 40cm



In accordo con la Comittenza, trattandosi di un edificio in uso, la posizione delle prove potrà essere parzialmente modificata in corso d'opera, se necessario.

LEGENDA: INDAGINI travi e solai LC1

- RILEVO STRUTTURALE A CAMPIONE (Individuazione di tali elementi tramite rimozione intonaco/finiture)
- DETTAGLI COSTRUTTIVI
- Prova paometrica e/o distruttiva
- Termocamera solai
- CARATTERISTICHE MATERIALI
- Carotaggi calcestruzzo
- Prova ultrasonica
- Prova sclerometrica
- Prelievo barre di armatura
- Prova con microduremetro

COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
Ampianto e ristrutturazione

Indagine diagnostica

N. AUT.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	31/05/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE

Comune di Concesio  
Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

IL TECNICO  
Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. AS332  
Via Rossi, n. 61 - 25124 Brescia



ELABORATO  
PIANTA TERZO IMPALCATO  
CAMPAGNA DIAGNOSTICA TRAVI E SOLAI

LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1257	-	STR	07	00



**AEGIS**  
CANTARELLI + PARTNERS

**Comune di Concesio**

# **ALLEGATO B**

## **CAMPAGNA DIAGNOSTICA P&P CONSULTING**

**UBICAZIONE DELL'INTERVENTO:**

Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

**IL TECNICO:**

Ing. Stefano Tortella



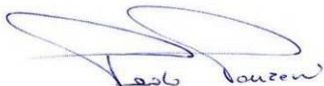
## RAPPORTO TECNICO DI PROVA

MUNICIPIO DI CONCESIO  
PIAZZA PAOLO VI, 1 CONCESIO (BS)

Indagini Diagnostiche e Conoscitive



p.c.: Comune di Concesio

<i>Documento</i> RdP-416-2021	<i>Data</i> Settembre 2021	<i>Pagine relazione</i> 28
<i>Revisione</i> 1	<i>Data revisione</i> -	<i>Allegati</i> 1. Piano delle indagini 2. Dettagli costruttivi 3. Rilievo geometrico 4. Rapporti di prova
<i>Il Responsabile</i> ing. Paolo Panzeri		

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSE E SCOPI .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE E DETTAGLI COSTRUTTIVI .....</b>	<b>4</b>
2.1	INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SU ELEMENTI IN C.A. ....	4
2.1.1	<i>Rilievo mediante scassi localizzati.....</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Rilievo con pacometro .....</i>	<i>5</i>
2.2	INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SULLE FONDAZIONI .....	8
2.4	INDAGINI CON TERMOCAMERA .....	9
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO ARMATO.....</b>	<b>10</b>
3.1	PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO D'ARMATURA .....	10
3.1.1	<i>Prelievo di barre d'armatura e prove di trazione.....</i>	<i>10</i>
3.1.2	<i>Prove di durezza .....</i>	<i>13</i>
3.2	PROPRIETÀ MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO .....	15
3.2.1	<i>Prelievo e prove di compressione su carote di calcestruzzo.....</i>	<i>15</i>
3.2.2	<i>Prove non distruttive su calcestruzzo con metodo Son.Reb.....</i>	<i>20</i>

## ALLEGATI

*Allegato 1: Tav.01-07 Piano delle indagini*

*Allegato 2: Tav.01-08 Dettagli costruttivi*

*Allegato 3: Tav.01-03 Rilievo geometrico*

*Allegato 4: Rapporti di prova*

## 1 PREMESSE E SCOPI

La presente relazione riferisce in merito ai risultati delle indagini diagnostiche e conoscitive condotte presso il Municipio di Concesio sito in piazza Paolo VI nel comune di Concesio (BS).

Gli esami e le analisi hanno riguardato gli elementi che costituiscono le strutture portanti del manufatto.

Le indagini sono state eseguite dal 9 al 13 agosto 2021 e dal 25 al 26 agosto 2021 dai tecnici specializzati della P&P Consulting Engineers di Seriate (BG) secondo quanto preventivamente concordato con la Committenza.

Nella tabella di seguito si elencano in sintesi le indagini effettuate e la relativa nomenclatura.

PIANO DELLE INDAGINI		
ID	Tipologia di indagine	Quantità
RIL - PAC	Rilievo dei dettagli costruttivi mediante scasso e/o mediante pacometro	71
C	Prelievo di carote in cls per prova di compressione	16
PB	Prelievo di barre d'armatura per prove di trazione	9
SON	Prove ultrasoniche su cls	5
SCL	Prove sclerometriche su cls	14
SR	Prove combinate Son.Reb (sclerometriche e ultrasoniche)	10
DUR	Prove con durometro	25
T	Indagine con termocamera	2
F	Indagine su fondazione	3

L'ubicazione delle indagini effettuate è riportata in specifico allegato alla presente relazione.

Nei successivi paragrafi vengono espone le modalità di rilievo geometrico, le tecniche di prova, le modalità di analisi e si riportano i risultati ottenuti dalle indagini.

## 2 RILIEVO GEOMETRICO STRUTTURALE E DETTAGLI COSTRUTTIVI

Nell'ambito della campagna di indagine è stato effettuato un rilievo geometrico generale dei principali elementi strutturali del fabbricato e quanto rilevato è riportato nelle tavole del rilievo geometrico in allegato al presente documento.

Alcuni elementi strutturali sono stati indagati più approfonditamente mediante scassi localizzati e nei paragrafi seguenti sono contenute le modalità di rilievo e le informazioni raccolte.

### 2.1 INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SU ELEMENTI IN C.A.

Di seguito si descrivono le indagini effettuate per il rilievo geometrico strutturale degli elementi in c.a. del fabbricato.

#### 2.1.1 *Rilievo mediante scassi localizzati*

Nei punti indicati nel piano di indagine con la sigla "RIL" è stato effettuato un rilievo geometrico dell'elemento indagato mediante le seguenti operazioni.

Le indagini sui pilastri e sui setti sono state eseguite attraverso i seguenti passi:

- eliminazione del rivestimento architettonico del pilastro in esame (intonaco, mascherature);
- determinazione delle dimensioni dell'elemento;
- scarifica del copriferro determinandone lo spessore e mettendo a nudo le armature di taglio (staffe) e quelle verticali;
- determinazione della tipologia, diametro e passo delle armature verticali e delle staffe.

Per le indagini sulle travi si è proceduto come di seguito:

- per indagine eseguita dal piano inferiore, rilievo della trave a soffitto, eliminazione dell'eventuale controsoffitto portando al rustico l'intradosso della trave;
- scarifica del copriferro determinandone lo spessore e mettendo a nudo le armature di taglio (staffe) e quelle orizzontali correnti;
- determinazione della tipologia, diametro e passo delle staffe e delle armature orizzontali;
- rilievo dell'altezza della sezione della trave stessa e la misura della base;

Per le indagini sui solai si è proceduto come di seguito:

- per indagine eseguita dal piano inferiore, rilievo dei travetti a soffitto, eliminazione dell'eventuale controsoffitto portando al rustico l'intradosso strutturale;
- rilievo delle orditure degli elementi resistenti e delle loro sezioni tipiche;
- individuazione dell'interasse dei travetti e misura della base;
- scarifica del copriferro determinandone lo spessore e mettendo a nudo le armature presenti;

- determinazione della tipologia, diametro e passo delle armature.

Alcuni solai sono stati indagati mediante indagine con endoscopio al fine di individuare la stratigrafia posta sopra gli elementi strutturali. L'operazione consiste nel praticare un foro di diametro 10 ÷ 15 mm nell'elemento da sottoporre a indagine endoscopica. Si procede poi alla rimozione di eventuali residui di materiale e di polvere rimasti nella cavità con un soffiante manuale e si introduce all'interno la sonda collegata al video endoscopio, misurando la profondità di penetrazione.

Gli scassi sono stati integrati ove ritenuto opportuno da indagini pacometriche.

Il rilievo dei ferri d'armatura è stato effettuato compatibilmente con l'effettiva possibilità di raggiungere le varie facce degli elementi in c.a..

Al termine delle indagini il copriferro rimosso è stato ricostruito mediante apposita malta per ripristini strutturali.

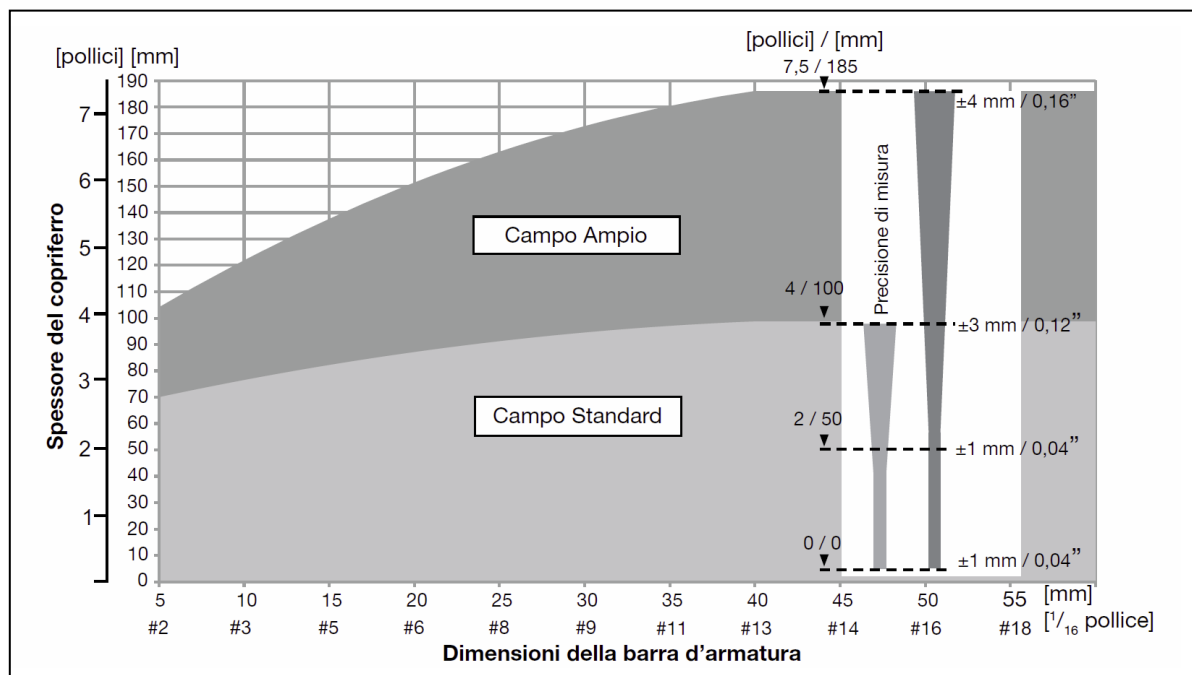
I risultati delle indagini eseguite in sito sono riportati nelle tavole dei dettagli costruttivi in allegato alla presente relazione.

### **2.1.2 Rilievo con pacometro**

I punti indagati con indagine pacometrica sono identificati nel piano delle indagini in allegato con la sigla "PAC" e i risultati delle indagini sono stati rappresentati nelle tavole dei dettagli costruttivi in allegato alla presente relazione.

Lo strumento per l'indagine pacometrica si basa sull'applicazione della tecnica induttiva, che sfrutta la variazione del flusso magnetico generato da un magnete posto sulla superficie del calcestruzzo perturbato dalla presenza delle barre metalliche incluse nel conglomerato. L'intensità del flusso magnetico dipende non solo della presenza delle barre ma anche dallo spessore del copriferro e dal diametro delle stesse barre. Ne deriva pertanto che l'intensità del segnale e conseguentemente la capacità di individuare barre d'armatura e l'incertezza di misura, risultano condizionate dall'eventuale presenza di altro materiale conduttore posto in vicinanza (ad esempio presenza di armature vicine a quelle in esame e poste a distanza indicativamente inferiore a 400 mm). Altri fattori che possono influenzare l'incertezza di misura sono la profondità del ricoprimento di calcestruzzo (ovvero il copriferro) e la stessa consistenza del calcestruzzo investigato.

Di seguito si fornisce un grafico che illustra indicativamente la capacità della strumentazione di individuare la presenza di barre d'armatura in funzione della profondità di copertura, indicando anche l'accuratezza attesa dalla misurazione. Si osserva che il grafico vale nell'ipotesi che non vi siano errori indotti dalla presenza di armature vicine. Pertanto, nel caso di presenza di armature entro il raggio d'influenza (circa 400 mm), la capacità dello strumento di individuare correttamente la presenza e il diametro delle armature e la relativa accuratezza di misurazione, può risultare ulteriormente condizionata.





*Campi di misura e precisione nella determinazione del copriferro*

Il rilievo nei punti indagati è stato eseguito mediante le seguenti modalità:

- eventuale eliminazione del rivestimento architettonico dell'elemento in esame (intonaco, mascherature, pavimentazioni etc.);
- determinazione delle dimensioni dell'elemento strutturale;
- determinazione della posizione, diametro e passo delle armature verticali e delle staffe (se presenti);
- misura del copriferro delle armature longitudinali e trasversali.

Il rilievo dei ferri d'armatura è stato effettuato compatibilmente con l'effettiva possibilità di raggiungere le varie facce dell'elemento in c.a..

Di seguito si raccolgono alcune foto esemplificative delle fasi di rilievo geometrico dei dettagli costruttivi.

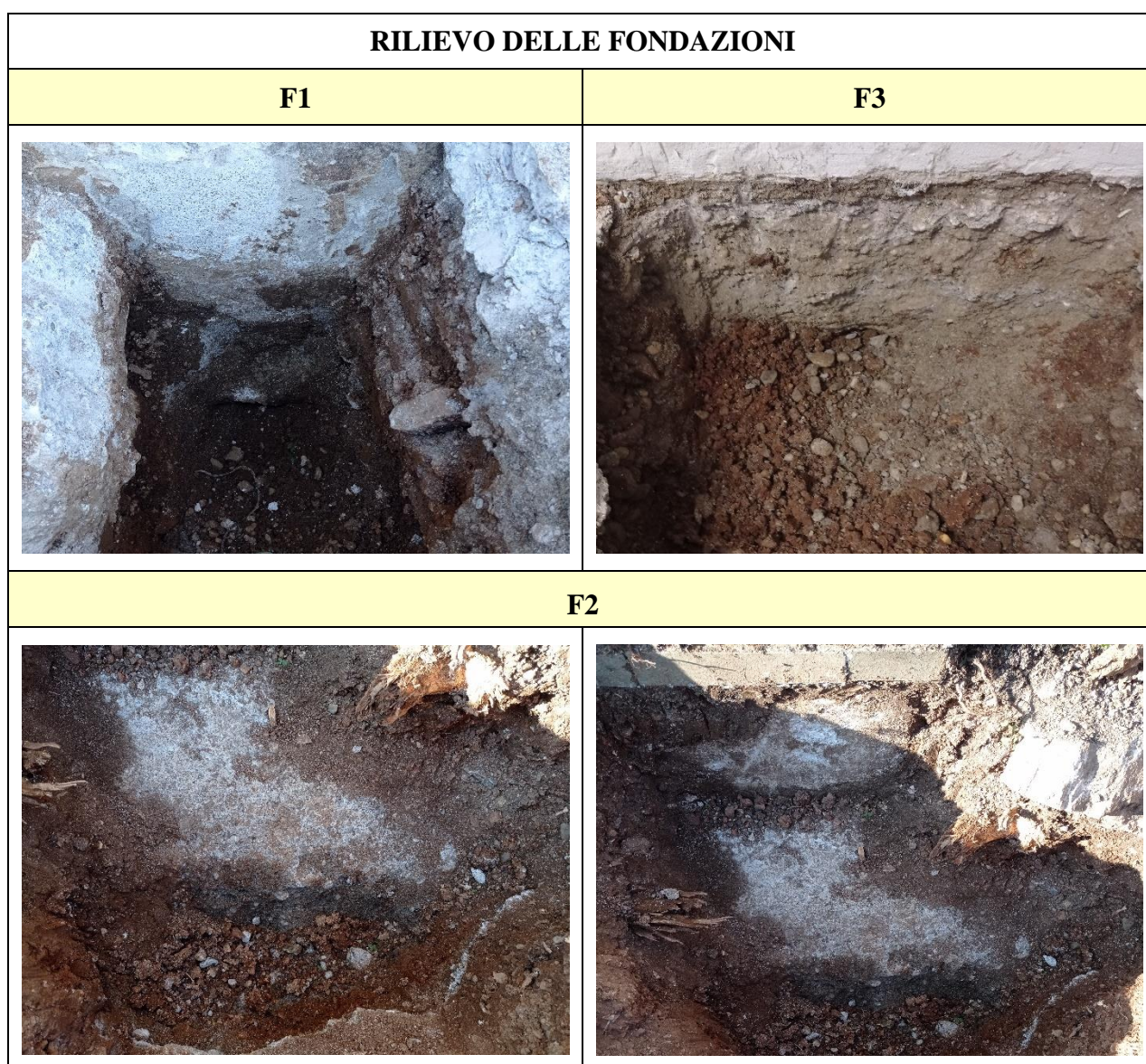
<b>RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI</b>	
<b>Rilievo armatura con pacometro</b>	<b>Rilievo pilastro</b>
	
<b>Rilievo parete</b>	<b>Rilievo trave</b>
	
<b>Rilievo trave</b>	<b>Rilievo solaio</b>
	

## 2.2 INDAGINI GEOMETRICHE E TIPOLOGICHE SULLE FONDAZIONI

Il sistema di fondazione è stato rilevato mediante n. 3 scavi, di cui n.2 effettuati a piano terra e n.1 effettuato a piano interrato, e identificati con la sigla “F” nel piano delle indagini in allegato.

Le operazioni hanno previsto la demolizione della pavimentazione con attrezzature e lo scavo del materiale sino all’estradosso della fondazione con utensili manuali.

I dettagli costruttivi sono raccolti nelle tavole in allegato al presente documento. A seguire si riportano alcune fotografie delle indagini eseguite in sito.



## 2.4 INDAGINI CON TERMOCAMERA

L'indagine termografica è stata condotta su alcuni solai al fine di verificare la relativa orditura. I punti indagati e l'orditura rilevata sono segnalati nel piano delle indagini allegato al presente documento con le sigle T1 e T2.

La termografia all'infrarosso è una particolare tecnica telemetrica in grado di determinare, con buona risoluzione spaziale e precisione, la temperatura radiante di una superficie. Si tratta di un mezzo di diagnosi non distruttiva basato sull'analisi di immagini che evidenziano discontinuità termiche. La metodologia in esame sfrutta la capacità di alcuni dispositivi (sensori bolometrici) di rivelare l'intensità della radiazione nella zona termica dello spettro elettromagnetico, ovvero quella dell'infrarosso. L'energia termica, o infrarossa, consiste in una luce la cui lunghezza d'onda risulta troppo grande per essere individuata dall'occhio umano; si tratta della porzione dello spettro elettromagnetico che viene percepita come calore. A differenza della luce visibile, nel mondo dei raggi infrarossi tutti gli elementi con una temperatura al di sopra dello zero assoluto (cioè a  $0\text{ K} = -273,15\text{ °C}$ ) emettono calore. Più è alta la temperatura dell'oggetto, più quest'ultimo irradierà raggi infrarossi. Il principio quindi si basa sulla misura della distribuzione delle temperature superficiali dell'oggetto in esame.

In ambito edilizio e architettonico si è in grado di evidenziare le differenze termiche causate, ad esempio, dalla presenza di travetti in un solaio e nello specifico la presenza di eventuali vuoti all'interno di un paramento murario. La logica interpretativa consiste nella diversa velocità di raffreddamento dei materiali strutturali quali pietre, intonaci, lapidei naturali, elementi metallici, legno, per cui, secondo la differente conducibilità termica, si osserveranno zone più fredde e aree più calde. Le informazioni ottenute mediante istantanee all'infrarosso e analizzate poi con opportuni software di elaborazione possono essere talvolta corredate della corrispondente immagine nel campo visibile al fine di migliorarne la comprensione. In molti casi è quindi possibile utilizzare la termografia per una prima mappatura delle zone caratterizzate da discontinuità e/o anomalie, sulle quali poi eventualmente effettuare indagini più approfondite in grado di esaminare il mezzo più in profondità.

La termocamera impiegata è di marca Flir, modello ThermaCam™ P65, le cui caratteristiche sono:

- risoluzione spaziale 1,3 mrad;
- risoluzione termica 0,08 °C;
- accuratezza  $\pm 2\text{ °C}$  o  $\pm 2\%$  della lettura;
- intervallo spettrale 7,5 – 13,0  $\mu\text{m}$ ;
- rilevatore FPA (Focal Plane Array), microbolometro non raffreddato;
- risoluzione sensore 320 x 240 pixel;
- campo di misura  $-40\text{ °C} \div +500\text{ °C}$ .

### 3 CARATTERIZZAZIONE DEL CALCESTRUZZO ARMATO

Per quanto concerne i materiali, sono state condotte prove sperimentali distruttive e non distruttive sugli elementi strutturali in calcestruzzo armato. Le tipologie di indagini condotte e i risultati ottenuti sono descritti nei successivi paragrafi.

#### 3.1 PROPRIETÀ MECCANICHE DELL'ACCIAIO D'ARMATURA

Per caratterizzare il tipo di acciaio utilizzato per le strutture in c. a. si sono effettuate prove non distruttive di durezza e prelievi di spezzoni di barre d'armatura per l'esecuzione delle prove di trazione in laboratorio.

##### 3.1.1 Prelievo di barre d'armatura e prove di trazione

Sono stati eseguiti n. 9 prelievi di barre d'armatura da un elemento in calcestruzzo armato. I punti di indagine sono segnalati nelle tavole tecniche in allegato con la sigla "PB". I prelievi sono stati eseguiti secondo le prescrizioni della normativa UNI EN ISO 6892 assicurandosi una lunghezza utile per essere sottoposti a prova di trazione.

Le prove di trazione sui campioni prelevati sono state condotte presso il Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 di P&P LMC.

Il rapporto di prova di trazione sulle barre d'armatura è riportato in allegato alla presente relazione.

Nella tabella seguente vengono raccolte le caratteristiche principali degli spezzoni estratti. Contestualmente si presentano in sintesi i risultati ottenuti dalle prove di laboratorio in termini di tensione di snervamento ( $f_y$ ), tensione a rottura ( $f_{st}$ ), allungamento percentuale ( $A_{gt}$ ).





PROVE DI TRAZIONE SU BARRE D'ARMATURA								
ID	Elemento strutturale	Livello	$\phi$ [mm]	Tipo*	L [mm]	$f_y$ [MPa]	$f_{st}$ [MPa]	$A_{gt}$ [%]
PB1	Pilastro	PI	20	L	410	384,1	549,6	21,4
PB2	Trave	PI	14	L	400	391,7	529,4	18,3
PB3	Trave	PI	14	L	380	382,6	523,8	21,2
PB4	Pilastro	PT	14	L	385	355,8	512,6	22,6
PB5	Pilastro	PT	8	L	300	393,1	556,0	15,4
PB6	Pilastro	PT	16	L	390	431,8	579,9	12,5
PB6.1	Trave	PT	16	L	380	443,7	639,5	18,3
PB7	Pilastro	P1	14	L	300	368,9	509,7	15,8
PB9	Trave	P1	16	L	370	392,8	494,1	18,3


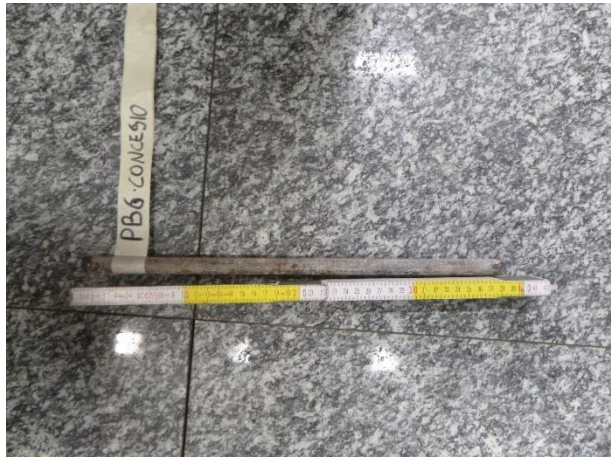

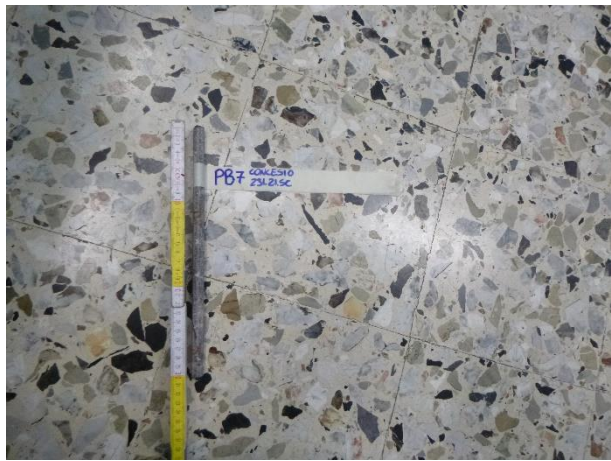


\* Tondini lisci (L)

Il prelievo della barra d'armatura denominata con la sigla PB8 non è stato effettuato poiché, a seguito dello scasso localizzato, si è rilevata l'assenza di barre.

Al termine delle indagini i punti di prelievo sono stati ripristinati mediante saldatura di spezzoni di barra sostitutivi e ricostruzione del copriferro mediante utilizzo di malta per ripristini strutturali.

Di seguito si riportano le immagini dei provini sottoposti a prova di trazione.

<b>PRELIEVI DI BARRE D'ARMATURA</b>	
<b>PB1</b>	<b>PB2</b>
	
<b>PB3</b>	<b>PB4</b>
	

PB5	PB6
	
PB6.1	PB7
	
PB9	Ripristino
	

### 3.1.2 Prove di durezza

L'acciaio delle strutture oggetto di verifica è stato indagato con prove non distruttive con durometro secondo normativa UNI EN ISO 16859. I punti di indagine sono indicati nel piano delle indagini in allegato con la sigla "DUR".

La misura della durezza superficiale in sito dell'acciaio (resistenza che la superficie del materiale oppone alla sua penetrazione) consente di dedurre la classe di resistenza meccanica di rottura a trazione del materiale. Per l'esecuzione delle prove è stato utilizzato un durometro in grado di fornire direttamente a display la resistenza del materiale attraverso diverse scale di durezza.

Di seguito alcune caratteristiche tecniche della strumentazione:

- area di visualizzazione: da 0 fino a 999 HLD;
- precisione:  $\pm 6HL$  (prossimità 800 HLD);
- direzione di misura: possibile in tutte le direzioni;
- LCD: ampio, (128 x 64 dot) LCD retroilluminato;
- memoria dati: 500 gruppi di misura;
- i risultati di misura: HRC, HRB, HB, HV, HSD;
- energia di impatto: 11N;
- peso del corpo di rimbalzo: 5,5 g;
- diametro della punta del sensore: 3mm, carburo di tungsteno;
- durezza della punta del sensore:  $\geq 1600 HV$ ;
- temperatura operativa: da  $-10^{\circ}C$  fino a  $+60^{\circ}C$  e umidità: dal 5% fino al 95%.

Una prima fase di ricerca dei tondini d'armatura mediante l'impiego di un pacometro permette di individuare la maglia d'armatura nell'elemento strutturale. Si esegue a questo punto la messa a nudo di una barra mediante demolizione controllata del copriferro e successiva levigatura dell'acciaio impiegando una smerigliatrice angolare con disco abrasivo. Sulla superficie a lucido viene eseguita la prova durometrica con almeno cinque battiture.

Nella tabella che segue vengono sintetizzati i risultati delle prove con durometro forniti secondo la scala Rockwell B "HRB" e riportati come media di più battute di misura per ogni elemento esaminato. I valori medi vengono quindi correlati alla resistenza caratteristica a rottura ( $f_{st}$ ) dell'elemento metallico indagato tramite opportune tabelle di conversione.

PROVE DI DUREZZA SU BARRE D'ARMATURA									
ID	Elemento strutturale	Livello	Battute (scala HRB)					Media	f <sub>st, armature</sub> [MPa]
			1	2	3	4	5		
DUR1	Pilastro	PI	82,9	71,2	87,5	95,2	86,6	84,7	540
DUR2	Pilastro	PI	70,2	74,3	79,5	78,5	82,7	77,0	465
DUR3	Pilastro	PI	89,2	65,5	71,0	96,7	86,6	81,8	510
DUR4	Trave	PI	99,8	79,5	76,1	93,4	87,8	87,3	575
DUR6	Pilastro	PI	97,4	73,2	55,5	59,5	65,3	70,2	410
DUR7	Trave	PI	96,1	83,3	65,0	69,9	84,5	79,8	490
DUR8	Trave	PI	84,3	87,5	84,8	87,1	77,1	84,2	540
DUR9	Trave	PI	85,7	81,5	82,0	91,0	89,2	85,9	550
DUR11	Pilastro	PT	85,2	82,6	80,7	84,2	85,7	83,7	540
DUR13	Pilastro	PT	93,8	89,7	91,2	94,8	91,6	92,2	650
DUR14	Pilastro	PT	87,8	90,1	84,6	88,6	87,7	87,8	575
DUR17	Trave	PT	92,5	91,2	88,7	90,4	92,6	91,1	630
DUR18	Trave	PT	82,1	86,6	87,3	84,9	83,9	85,0	540
DUR19	Trave	PT	83,1	89,4	91,7	84,3	88,9	87,5	575
DUR20	Trave	P1	74,6	88,8	77,4	71,0	81,5	78,7	480
DUR21	Trave	P1	72,5	77,4	78,9	93,2	86,2	81,6	510
DUR22	Trave	P1	70,2	88,6	79,6	77,4	80,9	79,3	480
DUR23	Pilastro	P1	76,3	71,7	77,9	80,7	73,6	76,1	450
DUR24	Pilastro	P1	92,0	86,2	88,8	83,2	77,9	85,6	550
DUR26	Pilastro	P1	83,4	84,9	88,1	82,1	84,5	84,6	540

Non è stato possibile effettuare le prove con durometro denominate con le sigle DUR5, DUR10, DUR12, DUR15 e DUR25 poiché mediante scasso è stata rilevata la presenza di una contro parete in mattoni forati e quindi priva di barre d'armatura.

Di seguito si riportano alcune immagini delle prove realizzate.



*Prove con durometro su barre d'armatura*

### **3.2 PROPRIETÀ MECCANICHE DEL CALCESTRUZZO**

Per la caratterizzazione delle proprietà meccaniche del calcestruzzo sono state eseguite sia prove distruttive che non distruttive. Di seguito si riportano le modalità di indagine e i risultati ottenuti.

#### **3.2.1 Prelievo e prove di compressione su carote di calcestruzzo**

Per caratterizzare la resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo sono stati effettuati n. 15 prelievi costituiti da un provino cilindrico avente diametro nominale pari a 80 mm. L'ubicazione dei punti di indagine è indicata nel piano di indagine in allegato con la sigla "C".

Il carotaggio è stato eseguito secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12504-1 procedendo in profondità in modo da assicurare il prelievo di carota di lunghezza utile per l'esecuzione della prova di compressione con l'accortezza di non intercettare barre di armatura. Prima dell'esecuzione del carotaggio è stata, al proposito, eseguita la ricerca della posizione di eventuali ferri d'armatura tramite pacometro.

Sul provino appena estratto dalla struttura è stata eseguita (secondo norma UNI EN 14630) la prova di carbonatazione con il metodo del viraggio chimico, utilizzando come indicatore una soluzione acquosa di fenolftaleina all'1% in alcool etilico al 70%. Tale soluzione vira al rosso-violetto a contatto con materiali aventi un pH superiore a 9.2, mentre rimane incolore per valori di pH inferiori. In queste condizioni il ferro d'armatura perde la sua passività ed è quindi in grado di subire la corrosione.

La carota estratta, previo condizionamento con taglio (per eliminare la testa del campione) e successiva spianatura, è stata sottoposta a prova di resistenza a compressione presso il Laboratorio Ufficiale Min. LL.PP. Legge 1086/71 di P&P LMC.

Il rapporto di prova di compressione sulle carote è riportato in allegato alla presente relazione.

Di seguito alcune immagini delle operazioni di carotaggio in situ.



*Fasi di esecuzione dei carotaggi*


Nella tabella seguente vengono raccolte in sintesi le caratteristiche dei provini estratti e contestualmente si presentano i risultati ottenuti dalle prove di compressione e di carbonatazione.







PROVE DI COMPRESSIONE SU CAROTE IN CALCESTRUZZO										
ID	Elemento strutturale	Livello	L <sub>carota estratta</sub> [cm]	P <sub>carbonat.</sub> [cm]	Ø [mm]	H <sub>carota</sub> [mm]	Ø/H	Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]	R <sub>c</sub> carota [Mpa]	Tipo rottura *
C1	Pilastro	PI	14,5	2	74	74	1/1	2300	15,7	S
C2	Setto	PI	15	13	74	74	1/1	2310	9,5	S
C3	Trave	PI	16,5	8	74	74	1/1	2250	14,5	S
C4	Trave	PI	15,5	15,5	74	74	1/1	2240	9,4	S
C5	Pilastro	PT	10,5	10,5	74	74	1/1	2260	7,9	S
C6	Pilastro	PT	15,5	15,5	74	74	1/1	2290	10,3	S
C7	Pilastro	PT	13	10	74	74	1/1	2170	6,0	S
C8	Setto	PT	14	14	74	74	1/1	2180	5,3	S
C9	Pilastro	PT	21	3,5	74	74	1/1	2100	4,9	S
C10	Trave	P1	17,5	2	74	74	1/1	2330	9,6	S
C11	Setto	P1	17	17	74	74	1/1	2270	5,6	S
C12	Trave	P1	16,5	1,5	74	74	1/1	2350	20,9	S
C13	Pilastro	P1	15,5	1	74	74	1/1	2260	11,7	S
C14	Setto	P1	17	17	74	74	1/1	2320	6,4	S
C15	Pilastro	P1	16	1,5	74	74	1/1	2220	7,2	S







\*Tipo di rottura: S = soddisfacente (bitronco-conica); A÷K = non soddisfacente.

Non è stato possibile prelevare la carota denominata con la sigla C16 a causa dell'incoerenza del calcestruzzo di tale parete.

Di seguito si mostrano le immagini del campione estratto in sito su cui è stata eseguita la prova di carbonatazione.

PRELIEVI DI CAROTE IN CALCESTRUZZO	
C1	C2
	
C3	C4
	

C5	C6
 A cylindrical concrete core sample labeled 'C5 CONCESIO' is shown against a background of concrete. A yellow ruler is placed below the core for scale, indicating its length is approximately 10 cm.	 A cylindrical concrete core sample labeled 'C6 CONCESIO' is shown against a background of concrete. A yellow ruler is placed below the core for scale, indicating its length is approximately 10 cm.
C7	C8
 A cylindrical concrete core sample labeled 'C7 CONCESIO' is shown against a background of concrete. A yellow ruler is placed below the core for scale, indicating its length is approximately 10 cm.	 A cylindrical concrete core sample labeled 'C8 CONCESIO' is shown against a background of concrete. A yellow ruler is placed below the core for scale, indicating its length is approximately 10 cm.
C9	C10
 A cylindrical concrete core sample labeled 'C9 CONCESIO' is shown against a dark background. A yellow ruler is placed below the core for scale, indicating its length is approximately 10 cm.	 A cylindrical concrete core sample labeled 'C10 CONCESIO' is shown against a dark background. A yellow ruler is placed below the core for scale, indicating its length is approximately 10 cm.

<b>C11</b>	<b>C12</b>
	
<b>C13</b>	<b>C14</b>
	
<b>C15</b>	<b>Strumentazione</b>
	

### 3.2.2 Prove non distruttive su calcestruzzo con metodo Son.Reb

Le prove in campo hanno compreso l'esecuzione di prove sclerometriche ed indagini soniche eseguite singolarmente o in abbinamento sulle medesime porzioni di struttura utili per la valutazione della resistenza a compressione degli elementi strutturali in c.a. tramite l'applicazione del metodo non distruttivo SonReb.

L'ubicazione dei punti di indagine indagati con metodo Son.Reb è indicata nel piano di indagine in allegato con la sigla "SR". Nei punti di indagine indicati con la sigla "SCL" è stata effettuata solamente la prova sclerometrica, mentre nei punti di indagine indicati con la sigla "SON" è stata effettuata solamente la prova ultrasonica.

#### Prove sclerometriche

Il metodo dell'indice di rimbalzo utilizza lo sclerometro per misurare l'energia elastica assorbita dal calcestruzzo a seguito di un impatto. Il metodo consiste nel provocare l'impatto di una massa standardizzata contro la superficie del materiale sottoposto a prova e nel misurare l'altezza del rimbalzo, la misura è espressa in termini di percentuale dell'altezza di rimbalzo rispetto alla distanza percorsa della massa in movimento tra l'istante in cui è rilasciata e quando colpisce la superficie del calcestruzzo. Questa percentuale è detta indice di rimbalzo N. 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. Occorre ricordare che l'indice di rimbalzo è influenzato da fattori tra cui:

- le condizioni di umidità del calcestruzzo in superficie (una superficie umida conduce ad un indice di rimbalzo più basso);
- la presenza di uno strato superficiale carbonatato (aumenta l'indice di rimbalzo);
- la tessitura superficiale (una superficie ruvida fornisce generalmente un indice di rimbalzo più basso);
- l'orientazione dello strumento rispetto alla verticale (sono disponibili fattori di correzione approssimati);
- l'età del calcestruzzo;
- la dimensione e il tipo degli aggregati.

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 aggregati di grosso diametro in prossimità della superficie, presenza di barre d'armatura oppure di vuoti all'interno dell'elemento strutturale. Per mitigare gli effetti di alcune delle cause che alterano le misure nell'intorno di ogni punto di prova sono state eseguite più battute, adeguatamente distanziate fra di loro.

La taratura dello sclerometro è stata effettuata prima e dopo ogni giornata di lavoro o sequenze di prove utilizzando l'apposita incudine di taratura.

L'esecuzione delle prove si è svolta secondo le seguenti modalità:

- a) individuazione di una zona di misura che presenti le seguenti caratteristiche:
  - assenza di ferri armature in prossimità della superficie;
  - superficie priva di evidenti vespai, forti porosità o rilevanti irregolarità superficiali, ecc.;
  - superficie non ricoperta da intonaco, o da vernice, ecc.;
  - superficie possibilmente asciutta;
- b) pulizia e lisciatura della superficie con pietra abrasiva;
- c) esecuzione di 12 battute sclerometriche all'interno della zona di misura, secondo una griglia preliminarmente definita, mantenendo lo sclerometro perpendicolare alla superficie di misura. Nel caso in cui tale orientamento non sia perpendicolare, l'angolo di inclinazione dello strumento rispetto alla superficie è stato annotato per le successive elaborazioni.
- d) calcolo della media dei valori degli indici di rimbalzo e verifica dell'accettabilità del risultato.

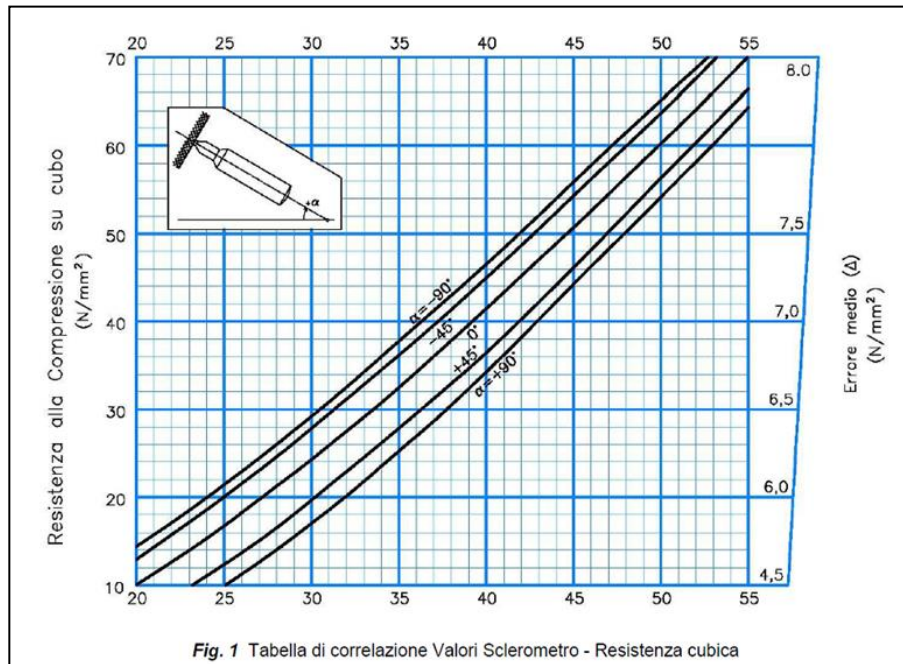
L'elaborazione delle misure sclerometriche consiste nelle seguenti fasi:

- a) correzione degli indici di rimbalzo rilevati in funzione dell'angolo d'azione dello strumento, utilizzando le correlazioni fornite in proposito dal fabbricante dello strumento;
- b) calcolo della media degli indici di rimbalzo rilevati per ciascuna zona. Il risultato relativo ad una zona corrisponde al valore medio delle misure arrotondate all'intero più prossimo.

La correlazione tra indice di rimbalzo N e resistenza a compressione  $R_c$  è del tipo rappresentato nel grafico seguente e definito dalla:

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

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



Di seguito alcune fotografie esemplificative delle fasi di prova con relativa strumentazione.



*Prove con sclerometro*

Di seguito si raccolgono i risultati delle prove sclerometriche eseguite, indicando con MIR la media indice di rimbalzo depurata dei valori di lettura massimo e minimo.

I valori elevati ottenuti con le prove sclerometriche potrebbero essere dovuti alla presenza di uno strato superficiale carbonatato che influisce aumentando l'indice di rimbalzo.

PROVE SCLEROMETRICHE SU CLS PER METODO SON.REB																			
ID	Elemento strutturale	Livello	Dir.	Battute												min	max	MIR statistico	R <sub>c</sub> [MPa]
				SR1	Pilastro	PI	0°	41	42	40	42	43	43	39	43				
SR2	Trave	PI	0°	32	30	38	35	34	36	33	30	38	34	35	33	30	38	34	31
SR3	Pilastro	PI	0°	28	29	27	30	27	30	31	30	29	31	29	28	27	31	29	23
SR4	Trave	PI	0°	40	42	46	40	44	46	48	40	44	42	42	46	40	48	43	47
SR6	Pilastro	PT	0°	36	36	36	40	38	38	38	40	38	36	36	40	36	40	38	38
SR7	Pilastro	PT	0°	38	40	42	40	40	38	38	40	42	42	40	40	38	42	40	42
SR8	Trave	PT	0°	35	38	41	36	40	37	37	38	39	40	38	41	35	41	38	38
SR9	Trave	P1	90°	32	40	33	40	36	40	38	40	37	40	36	37	32	40	38	30
SR10	Pilastro	P1	0°	30	30	32	29	31	29	30	31	30	29	31	25	25	32	30	24

PROVE SCLEROMETRICHE SU CLS																			
ID	Elemento strutturale	Livello	Dir.	Battute												min	max	MIR statistico	R <sub>c</sub> [MPa]
				SCL1	Pilastro	PI	0°	38	38	40	44	40	44	42	42				
SCL2	Pilastro	PI	0°	46	44	40	44	46	46	40	40	48	44	44	42	40	48	44	49
SCL3	Setto	PI	0°	50	46	48	36	52	46	40	38	40	40	38	38	36	52	42	45
SCL4	Setto	PI	0°	36	38	38	40	37	37	38	36	41	38	39	39	36	41	38	38
SCL6	Trave	PI	0°	40	42	38	36	38	40	40	38	38	42	44	36	36	44	39	40
SCL8	Pilastro	PT	0°	38	40	38	38	37	40	38	38	37	37	40	39	37	40	38	38
SCL9	Setto	PT	0°	20	19	17	20	20	21	18	17	18	20	17	21	17	21	19	9
SCL10	Pilastro	PT	0°	38	40	40	41	38	40	38	40	42	41	38	40	38	42	40	42
SCL11	Pilastro	P1	0°	27	30	26	29	30	28	32	34	35	30	27	30	26	35	30	24
SCL12	Setto	P1	0°	19	17	20	18	17	19	20	20	21	18	17	17	17	21	19	9
SCL13	Pilastro	P1	0°	25	30	29	29	25	30	30	25	29	25	26	30	25	30	28	21
SCL14	Pilastro	P1	0°	34	32	36	32	34	30	33	36	35	34	32	32	30	36	33	29

Non è stato possibile effettuare le prove sclerometriche denominate con le sigle SCL5 e SCL7 poiché mediante scasso è stata rilevata la presenza di una contro parete in mattoni forati.

## Prove ultrasoniche

Il metodo basato sulla misura della velocità di propagazione di ultrasuoni consiste nello studio della propagazione di onde elastiche longitudinali all'interno del calcestruzzo, la cui velocità è anche funzione della sua rigidità media lungo il percorso.

La velocità di propagazione delle onde in un materiale omogeneo dipende dalla densità del materiale, dal modulo elastico e dal coefficiente di Poisson. La resistenza a compressione è stimata in base alla velocità di trasmissione degli ultrasuoni, ipotizzando la validità di una relazione di proporzionalità tra resistenza a compressione e modulo elastico, utilizzando le usuali correlazioni sperimentali. Si deve tener presente che le onde elastiche subiscono all'interno dell'elemento esaminato, rifrazioni e riflessioni, dovute alla presenza degli aggregati, di fessure, di vuoti. Ciò comporta un'attenuazione del segnale per effetto dell'assorbimento d'energia. Inoltre, per effetto di vuoti o fessure, il percorso effettivamente compiuto dalle onde elastiche può risultare più lungo della distanza tra trasmettitore e ricevitore.

La prova misura la velocità di propagazione delle onde elastiche nel calcestruzzo, determinata come rapporto tra la distanza fra trasmettitore e ricevitore ed il tempo impiegato a percorrerla. La velocità così calcolata può differire dall'effettiva velocità di propagazione delle onde nel calcestruzzo in esame. Per questo motivo la velocità così calcolata è spesso denominata anche "velocità apparente".

La velocità di propagazione delle onde elastiche è influenzata da diversi fattori, tra cui il contenuto d'umidità, la composizione della miscela ed il grado di maturazione. La determinazione della velocità deve tener conto della possibile presenza d'armature metalliche e di eventuali difetti macroscopici.

Per ridurre il rischio che il fascio di ultrasuoni percorra armature metalliche, preliminarmente all'esecuzione della prova, le armature sono state localizzate mediante pacometro.

La taratura dello strumento è stata ripetuta nel corso della giornata di misure: all'inizio e al termine della giornata, ogni qualvolta sono cambiate le condizioni ambientali (per temperatura, insolazione, umidità, ecc.) e/o la configurazione dello strumento (cambio di cavi di connessione e/o di trasduttori, ecc.). La taratura dello strumento consiste nella misura del tempo  $T_t$  (in  $\mu s$ ) impiegato dalle onde elastiche a percorrere, secondo la sua altezza, il cilindro o il prisma metallico di taratura fornito a corredo dello strumento. Il tempo di percorrenza  $T_0$ , predeterminato dal fabbricante, costituisce il riferimento di taratura. Se il valore di  $T_t$  differisce per più di 2 o 3 unità ( $\mu s$ ) dal valore di  $T_0$  lo strumento sarà ricalibrato seguendo le istruzioni del fabbricante.

L'esecuzione delle prove si è svolta secondo le seguenti modalità:

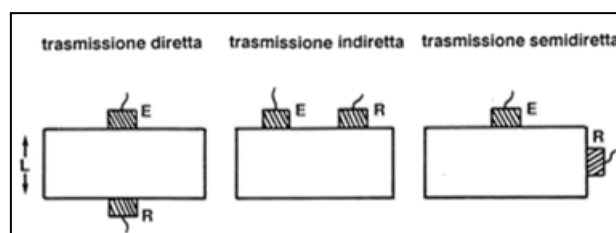
- a) individuazione di una zona di misura idonea;
- b) pulizia della superficie ed eventuale lisciatura;
- c) posizionamento dei punti di misura;

- d) rilievo della distanza tra i punti estremi di ciascun percorso di misura. Nel caso della trasmissione diretta la distanza deve essere riportata con la precisione di  $\pm 1\%$ . Per le misure indirette si fa riferimento alla posizione del centro della faccia dei trasduttori;
- e) esecuzione delle misure nella zona individuata;
- f) al termine delle misure su ogni zona è stato eseguito un controllo delle misure eseguite verificando i valori medi della velocità di propagazione delle onde elastiche.

Come anticipato nel punto d, vi sono essenzialmente tre modalità diverse per condurre i rilievi dei tempi di propagazione degli impulsi di vibrazione:

- a) metodo di trasmissione diretta (per trasparenza): i trasduttori sono ubicati su due facce opposte dell'elemento da esaminare;
- b) metodo di trasmissione semidiretta (diagonale): consiste nel posizionare i trasduttori in punti appartenenti a due facce adiacenti dell'elemento soggetto ad indagine;
- c) metodo di trasmissione indiretta (superficiale – per rifrazione).

La figura, di seguito riportata, mostra l'ubicazione dei trasduttori nelle tre diverse possibili modalità di esecuzione della prova sonica.



In questo caso i rilievi sono stati condotti secondo trasmissione indiretta o diretta, operando in accordo alla norma UNI EN 12504-4.

L'elaborazione delle misure di velocità di propagazione di micro-impulsi consiste nelle seguenti fasi:

- a) calcolo delle velocità di propagazione  $V$  con la seguente relazione:

$$V = l / [T - (T_t - T_0)]$$

dove:

- $l$  è la lunghezza della base di misura;
- $T$  è il tempo di propagazione tra trasmettitore e ricevitore;
- $T_t$  è il tempo impiegato dalle onde elastiche a percorrere, secondo la sua altezza, il cilindro o il prisma metallico di taratura fornito a corredo dello strumento;
- $T_0$  è il tempo di percorrenza, predeterminato dal fabbricante, relativo al cilindro o del prisma di taratura.

- b) velocità di propagazione  $V$  si esprime in m/s arrotondando il valore ai più prossimi 10 m/s.

Si presentano di seguito alcune immagini delle fasi d'indagine.



*Indagini soniche*

Di seguito si raccolgono i risultati delle prove soniche eseguite sugli elementi strutturali.

INDAGINI ULTRASONICHE SU CLS PER METODO SON.REB								
ID	Elemento strutturale	Livello	Metodo prova	d <sub>maglia</sub> o spessore [cm]	Velocità Sonica [m/s]			
					V1	V2	V3	V <sub>media</sub>
SR1	Pilastro	PI	Diretta	45	2865	2857	2833	<b>2852</b>
SR2	Trave	PI	Indiretta	20-40-60	1688	2004	1839	<b>1844</b>
SR3	Pilastro	PI	Indiretta	20-40-60	1610	1722	1622	<b>1651</b>
SR4	Trave	PI	Diretta	30	2857	2867	2885	<b>2870</b>
SR6	Pilastro	PT	Semidiretta	15	3261	3272	3200	<b>3244</b>
SR7	Pilastro	PT	Indiretta	20-40-60	1807	1218	1133	<b>1386</b>
SR8	Trave	PT	Diretta	20	1608	1621	1428	<b>1552</b>
SR9	Trave	P1	Indiretta	20-40-60	2340	2130	2005	<b>2158</b>
SR10	Pilastro	P1	Indiretta	20-40-60	1365	1636	1503	<b>1501</b>

INDAGINI ULTRASONICHE SU CLS								
ID	Elemento strutturale	Livello	Metodo prova	d <sub>maglia</sub> o spessore [cm]	Velocità Sonica [m/s]			
					V1	V2	V3	V <sub>media</sub>
SON1	Pilastro	PT	Diretta	54	1670	1577	1448	<b>1565</b>
SON2	Trave	PT	Indiretta	20-40-60	2907	3023	2024	<b>2651</b>
SON3	Trave	P1	Indiretta	20-40-60	1745	2423	1416	<b>1861</b>
SON4	Trave	P1	Indiretta	20-40-60	1402	1592	1997	<b>1664</b>
SON5	Trave	P1	Semidiretta	15	2660	2737	2698	<b>2698</b>

## Metodo Son.Reb

Il metodo Son.Reb si basa sulla combinazione dei risultati ottenuti, nelle stesse zone di prova, con prove sclerometriche ed ultrasoniche, correlando l'indice di rimbalzo (REBund) con la velocità delle onde ultrasoniche (SONic), con la resistenza a compressione del calcestruzzo, attraverso una opportuna calibrazione della relazione che lega queste tre grandezze, effettuata mediante regressione statistica dei valori sperimentali. La validità del metodo Son.Reb deriva dalla compensazione delle imprecisioni dei due metodi non distruttivi utilizzati. Infatti, si è notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce.

Con il metodo SonReb, la resistenza del calcestruzzo  $R_c$  viene stimata sulla base della coppia dei valori della velocità di propagazione degli ultrasuoni  $V$  ed indice di rimbalzo sclerometrico  $S$ , mediante l'utilizzo di formule dedotte da correlazioni di tipo sperimentale, tra le quali si ricordano le più comunemente utilizzate in letteratura tecnica. La formula contenuta nelle Norme RILEM, la formula di Di Leo e Pascale (1994) e la formula di Gasparik (1992).

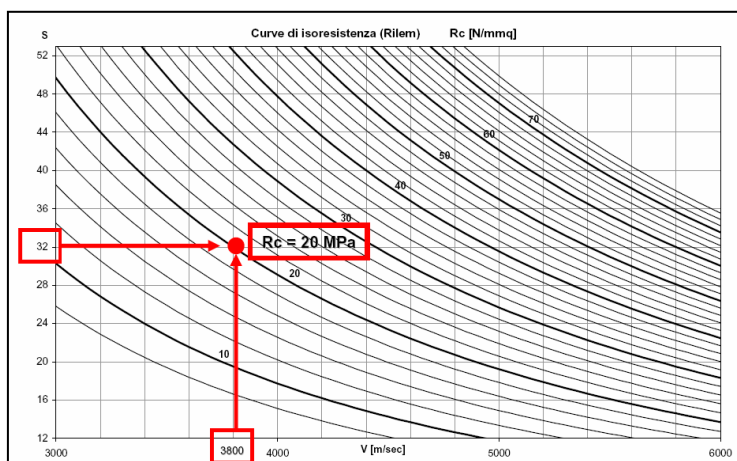
L'applicazione del metodo SonReb fornisce pertanto la resistenza del calcestruzzo  $R_c$  mediante espressioni del tipo:

$$R_c = a S^b V^c$$

Nello specifico:

- Norme RILEM:  $R_c = 9.27 \cdot 10^{-11} \cdot S^{1.4} \cdot V^{2.6}$
- Gasparik:  $R_c = 8.06 \cdot 10^{-8} \cdot S^{1.246} \cdot V^{1.85}$
- Di Leo - Pascale:  $R_c = 1.2 \cdot 10^{-9} \cdot S^{1.058} \cdot V^{2.446}$

In cui  $R_c$  è la resistenza cubica a compressione in  $[N/mm^2]$ ,  $S$  è l'indice sclerometrico e  $V$  è la velocità ultrasonica espressa in  $[m/s]$ . Nella figura presentata di seguito sono riportati a titolo esemplificativo i grafici derivabili dalle formule sopra richiamate in cui vengono utilizzate le curve basate sull'espressione fornita nelle norme RILEM.



Si osservi che tenuto conto della complessità della fenomenologia che correla i valori di “S” e “V” alle caratteristiche del calcestruzzo, appare evidente che le suddette espressioni non possono avere validità generale. Per quanto in letteratura tecnica non vengano dichiarate esplicitamente limitazioni di applicabilità, in generale le formulazioni proposte per il metodo SonReb sono da ritenersi maggiormente affidabili per calcestruzzi di qualità medio - alta, con tendenza invece a sovrastimare la qualità del materiale nel caso di calcestruzzi di qualità medio – bassa.

La tabella seguente riassume i risultati ottenuti nei punti d'indagine ove, disponendo di dati provenienti dalle prove soniche e sclerometriche, è stato possibile applicare il metodo SonReb. I risultati sono espressi in termini di resistenza cubica a compressione  $R_{cub}$  [N/mm<sup>2</sup>] ottenuta dalla media delle tre formulazioni adottate.

CORRELAZIONE MEDIANTE METODO SonReb								
ID	Elemento strutturale	Livello	MIR	V <sub>media</sub> [m/s]	Norme RILEM	Gasparik	Di Leo-Pascal	R <sub>cub_Sonreb</sub> [MPa]
SR1	Pilastro	PI	42	2852	16,7	20,9	17,7	18,4
SR2	Trave	PI	34	1844	4,0	7,2	4,9	5,3
SR3	Pilastro	PI	29	1651	2,4	4,8	3,1	3,4
SR4	Trave	PI	43	2870	17,6	21,8	18,4	19,3
SR6	Pilastro	PT	38	3244	20,3	23,5	21,8	21,9
SR7	Pilastro	PT	40	1386	2,4	5,2	2,9	3,5
SR8	Trave	PT	38	1552	3,0	6,0	3,6	4,2
SR9	Trave	P1	33	2158	5,8	9,3	6,9	7,3
SR10	Pilastro	P1	30	1501	2,0	4,2	2,6	2,9

Non è stato possibile effettuare la prova combinata sclerometrica e ultrasonica denominata con la sigla SR5 poiché mediante scasso è stata rilevata la presenza di una contro parete in mattoni forati.

**MUNICIPIO DI CONCESIO  
PIAZZA PAOLO VI, 1 CONCESIO (BS)**

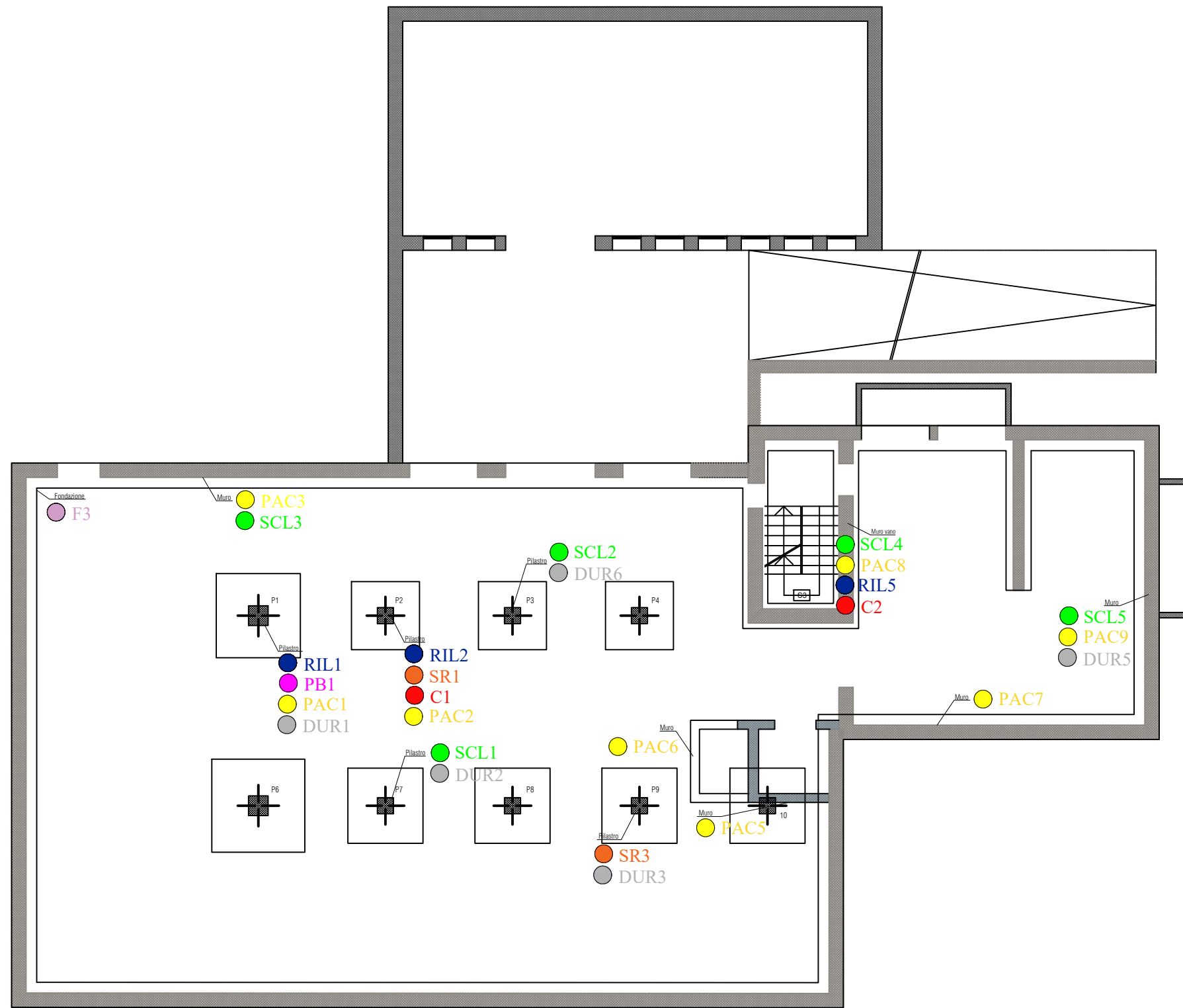
**Indagini Diagnostiche e Conoscitive**

## **ALLEGATI**

- 1. PIANO DELLE INDAGINI**
- 2. DETTAGLI COSTRUTTIVI**
- 3. RILIEVO GEOMETRICO**
- 4. RAPPORTI DI PROVA**

**p.c.: Comune di Concesio**

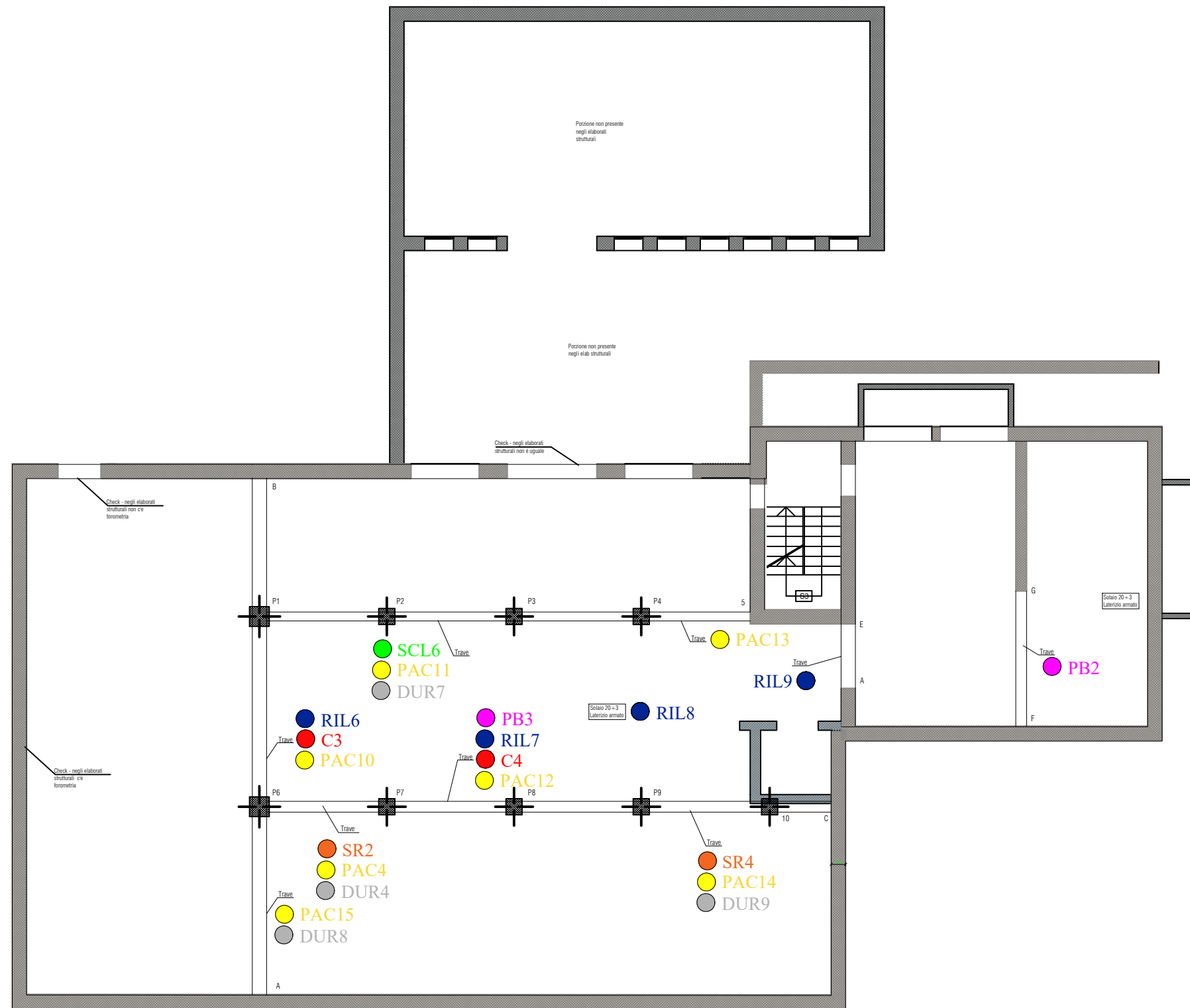
# PIANO DELLE INDAGINI



**LEGENDA:**

Prelievo carote cls Prelievo barre	<b>C</b> <b>PB</b>	Prova con durometro Son.Reb su cls	<b>DUR</b> <b>SR</b>	Prova sclerometrica Prove ultrasonica	<b>SCL</b> <b>SON</b>	Indagine con scasso Rilievo con pacometro	<b>RIL</b> <b>PAC</b>	Indagine con termocamera Rilievo fondazioni	<b>T</b> <b>F</b>
---------------------------------------	-----------------------	---------------------------------------	-------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--	----------------------

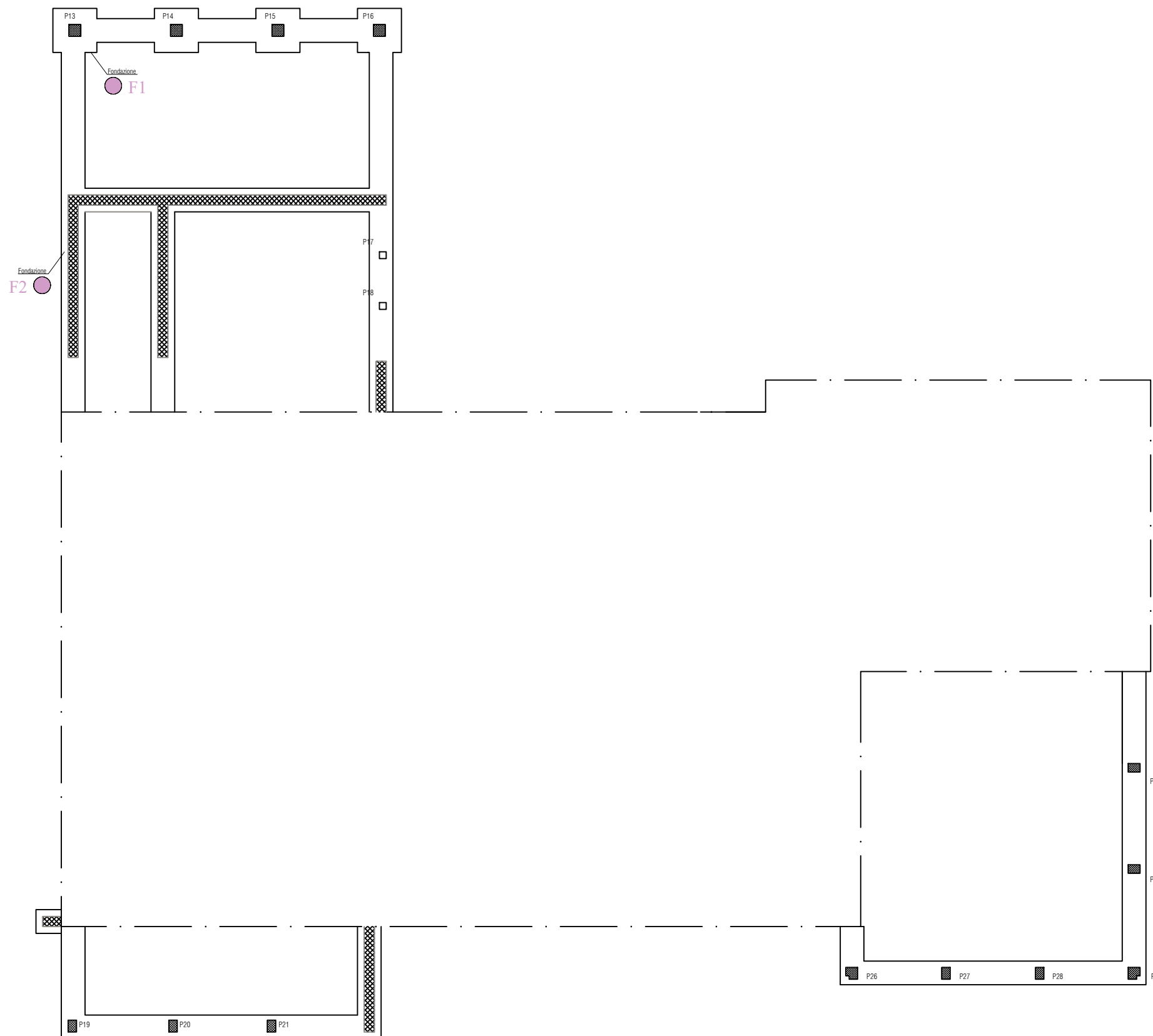
# PIANO DELLE INDAGINI



**LEGENDA:**

Prelievo carote cls	<b>C</b>	Prova con durometro	<b>DUR</b>	Prova sclerometrica	<b>SCL</b>	Indagine con scasso	<b>RIL</b>	Indagine con termocamera	<b>T</b>
Prelievo barre	<b>PB</b>	Son.Reb su cls	<b>SR</b>	Prove ultrasonica	<b>SON</b>	Rilievo con pacometro	<b>PAC</b>	Rilievo fondazioni	<b>F</b>

# PIANO DELLE INDAGINI



## LEGENDA:

- |                                       |                       |                                       |                         |  |                          |  |                          |  |                      |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|--|----------------------|
| Prelievo carote cls<br>Prelievo barre | <b>C</b><br><b>PB</b> | Prova con durometro<br>Son.Reb su cls | <b>DUR</b><br><b>SR</b> | Prova sclerometrica<br>Prove ultrasonica | <b>SCL</b><br><b>SON</b> | Indagine con scasso<br>Rilievo con pacometro | <b>RIL</b><br><b>PAC</b> | Indagine con termocamera<br>Rilievo fondazioni | <b>T</b><br><b>F</b> |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-------------------------|--|--------------------------|--|--------------------------|--|----------------------|



**P&P Consulting Engineers**  
via Pastrengo, 9 - 24068 - Seriate, Bergamo (Italia)  
+39 035 3235700 - fax +39 035 3235750  
e-mail: info@pepconsultingengineers.it

COMMITTENTE:  
**Comune di Concesio**  
piazza Paolo VI, 1  
Concesio (BS)

OGGETTO:  
Indagini diagnostiche e conoscitive

LUOGO:  
**Municipio di Concesio**  
piazza Paolo VI, 1  
Concesio (BS)

DENOMINAZIONE TAVOLA:  
**INDAGINI DIAGNOSTICHE E CONOSCITIVE**  
PIANO DELLE INDAGINI

LIVELLO:  
Pianta piano terra  
(fondazioni)

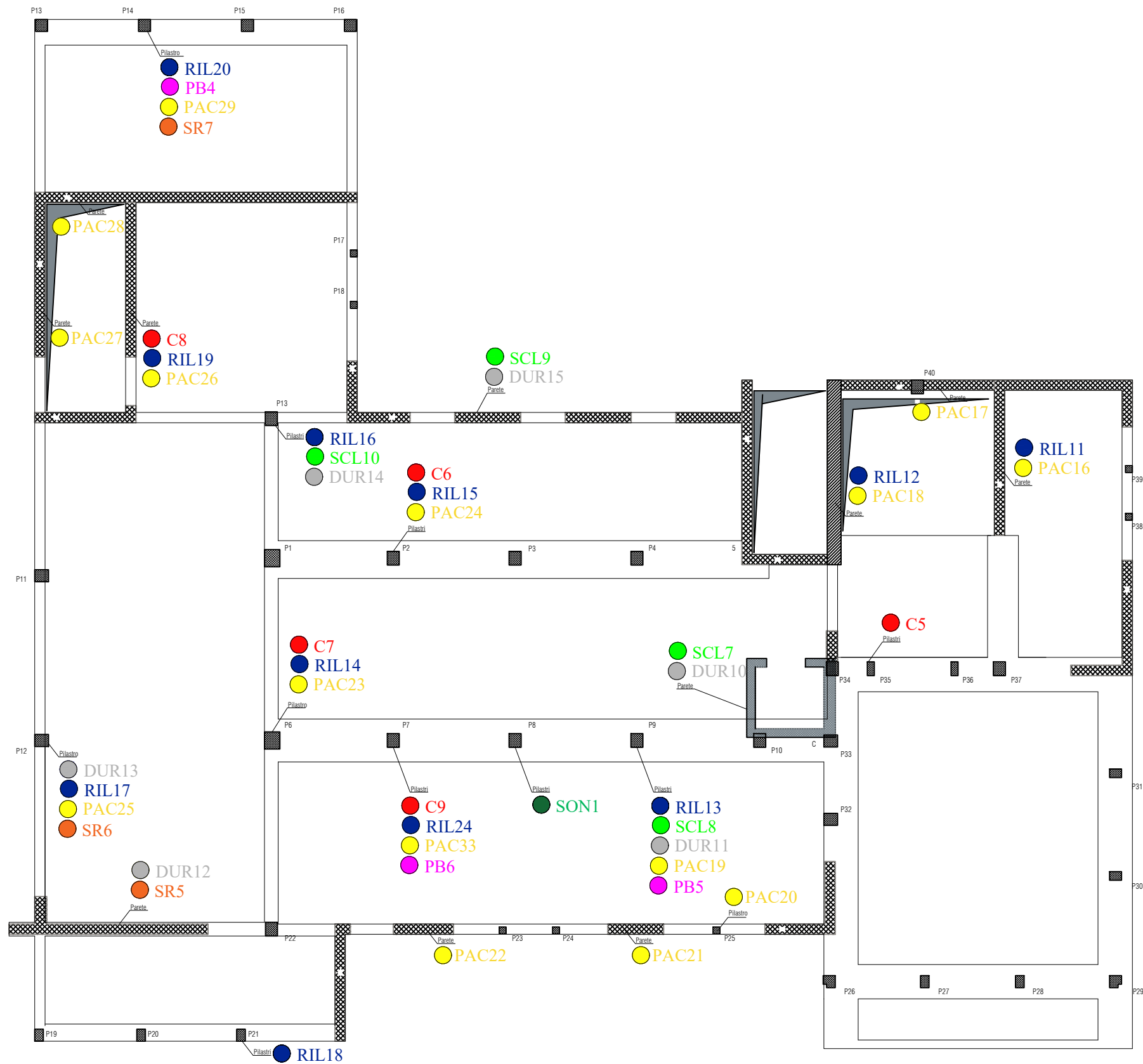
SCALA:  
-

COMMESSA:  
231\_21\_SC

DATA:  
settembre 2021  
REVISIONE:  
1

TAVOLA:  
**03/07**

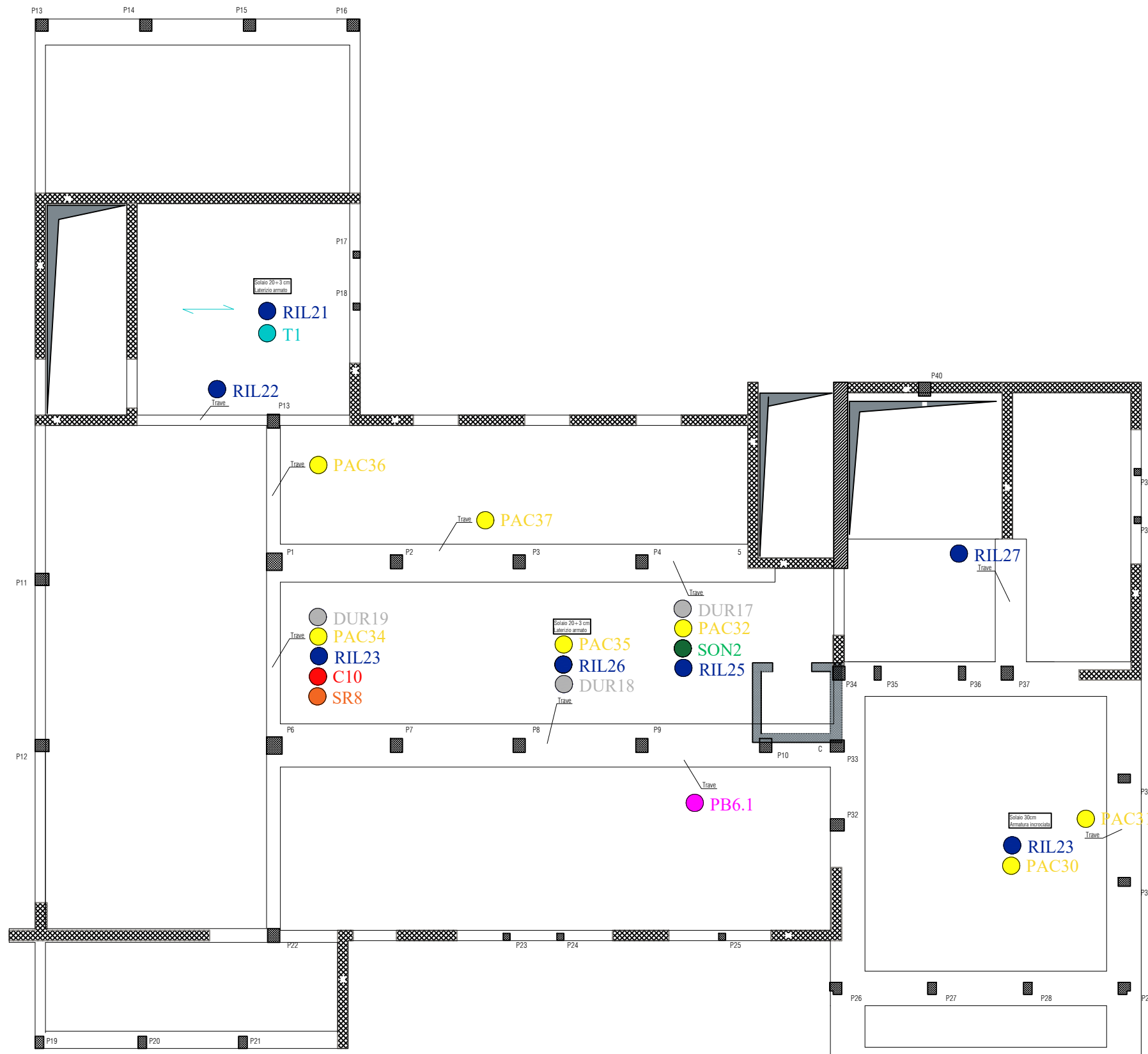
# PIANO DELLE INDAGINI



**LEGENDA:**

Prelievo carote cls Prelievo barre	<b>C</b> <b>PB</b>	Prova con durometro Son.Reb su cls	<b>DUR</b> <b>SR</b>	Prova sclerometrica Prove ultrasonica	<b>SCL</b> <b>SON</b>	Indagine con scasso Rilievo con pacometro	<b>RIL</b> <b>PAC</b>	Indagine con termocamera Rilievo fondazioni	<b>T</b> <b>F</b>
---------------------------------------	-----------------------	---------------------------------------	-------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--	----------------------

# PIANO DELLE INDAGINI



**LEGENDA:**

- |                     |           |                     |            |                     |            |                       |            |                          |          |
|---------------------|-----------|---------------------|------------|---------------------|------------|-----------------------|------------|--------------------------|----------|
| Prelievo carote cls | <b>C</b>  | Prova con durometro | <b>DUR</b> | Prova sclerometrica | <b>SCL</b> | Indagine con scasso   | <b>RIL</b> | Indagine con termocamera | <b>T</b> |
| Prelievo barre      | <b>PB</b> | Son.Reb su cls      | <b>SR</b>  | Prove ultrasonica   | <b>SON</b> | Rilievo con pacometro | <b>PAC</b> | Rilievo fondazioni       | <b>F</b> |



**P&P Consulting Engineers**  
 via Pastrengo, 9 - 24068 - Seriate, Bergamo (Italia)  
 +39 035 3235700 - fax +39 035 3235750  
 e-mail: info@pepconsultingengineers.it

COMMITTENTE:  
**Comune di Concesio**  
 piazza Paolo VI, 1  
 Concesio (BS)

OGGETTO:  
 Indagini diagnostiche e conoscitive

LUOGO:  
**Municipio di Concesio**  
 piazza Paolo VI, 1  
 Concesio (BS)

DENOMINAZIONE TAVOLA:  
**INDAGINI DIAGNOSTICHE E CONOSCITIVE**  
 PIANO DELLE INDAGINI

LIVELLO:  
 Pianta piano terra  
 (travi, solai)

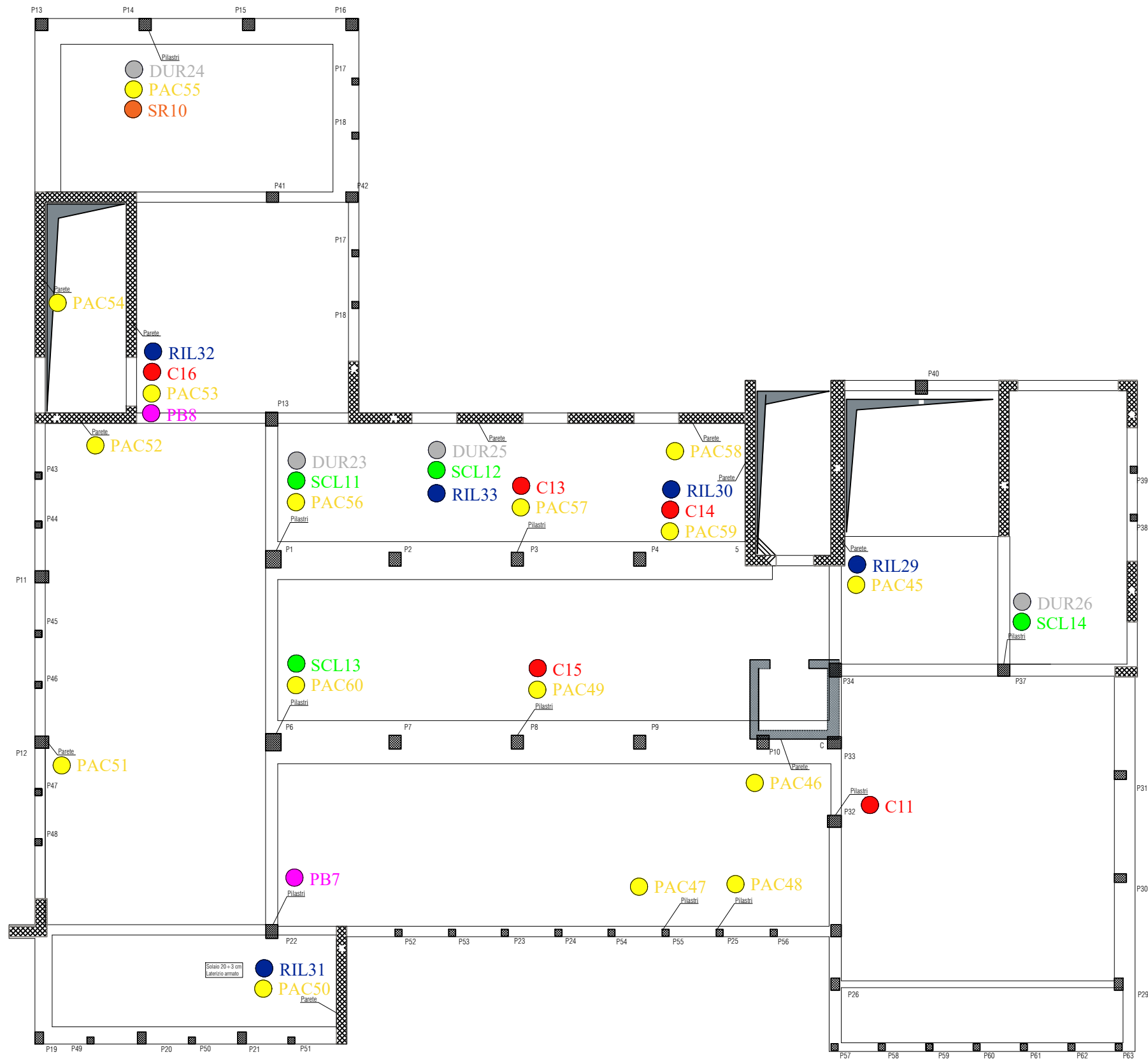
SCALA:  
 -

COMMESSA:  
 231\_21\_SC

DATA:  
 settembre 2021  
 REVISIONE:  
 1

TAVOLA:  
**05/07**

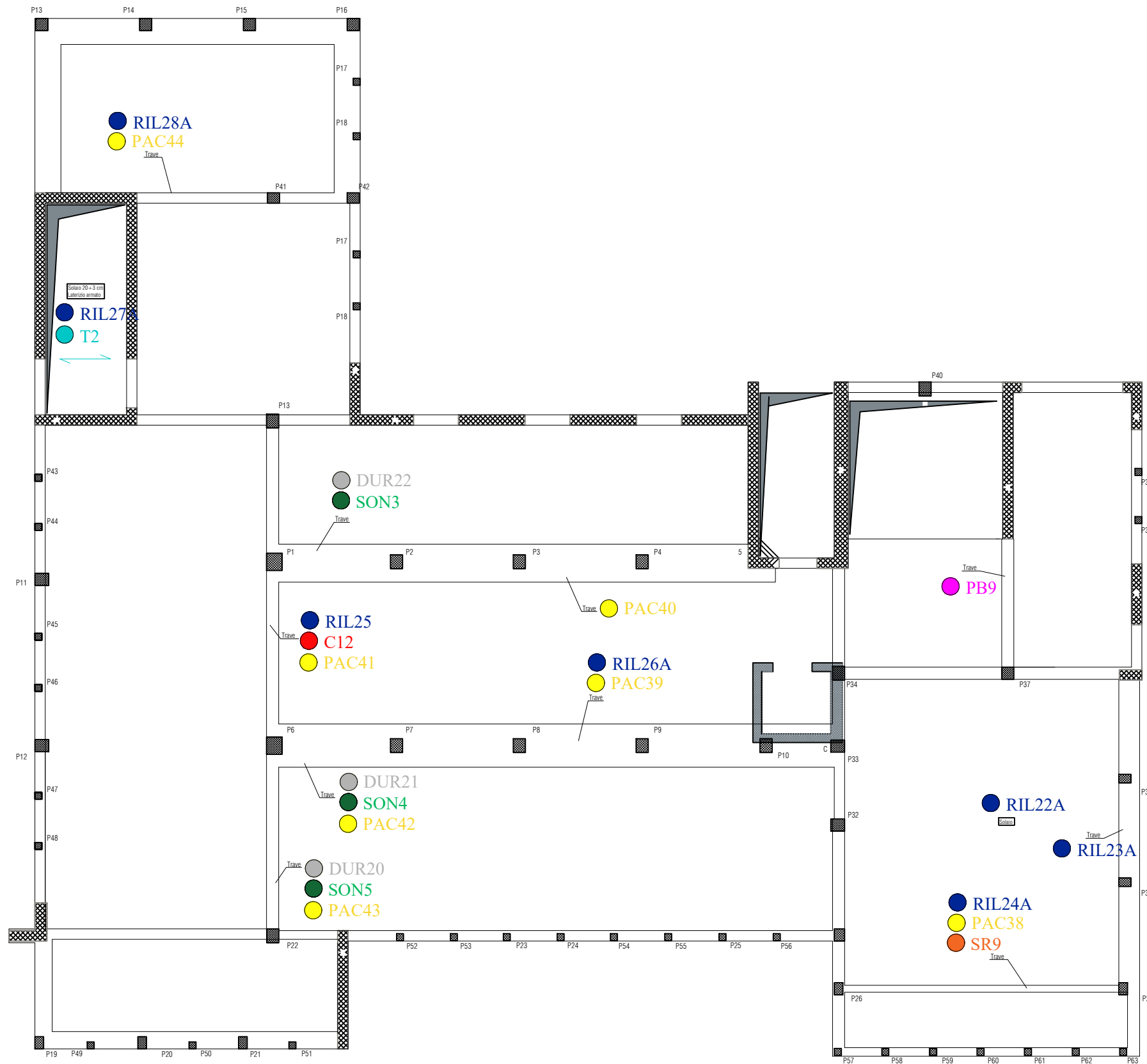
# PIANO DELLE INDAGINI



**LEGENDA:**

Prelievo carote cls	<b>C</b>	Prova con durometro	<b>DUR</b>	Prova sclerometrica	<b>SCL</b>	Indagine con scasso	<b>RIL</b>	Indagine con termocamera	<b>T</b>
Prelievo barre	<b>PB</b>	Son.Reb su cls	<b>SR</b>	Prove ultrasonica	<b>SON</b>	Rilievo con pacometro	<b>PAC</b>	Rilievo fondazioni	<b>F</b>

# PIANO DELLE INDAGINI

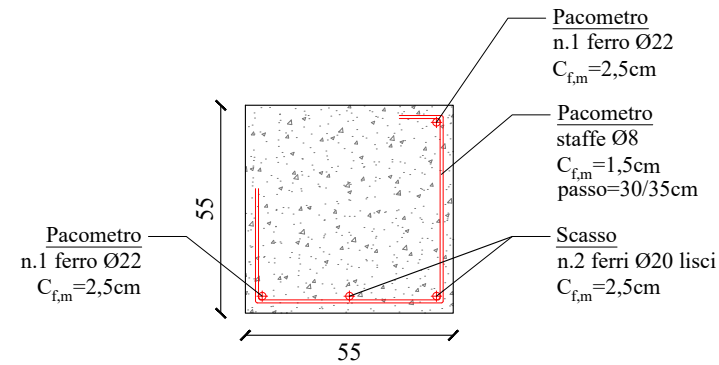


**LEGENDA:**

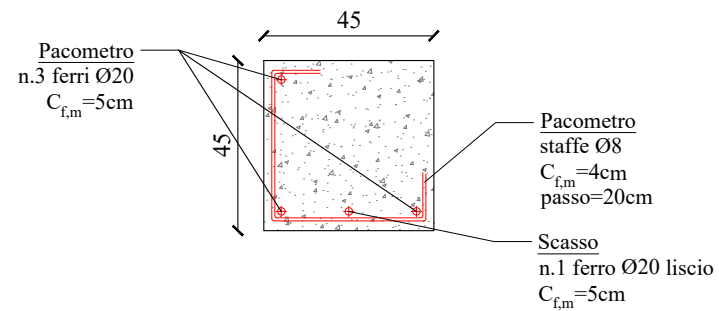
Prelievo carote cls Prelievo barre	<b>C</b> <b>PB</b>	Prova con durometro Son.Reb su cls	<b>DUR</b> <b>SR</b>	Prova sclerometrica Prove ultrasonica	<b>SCL</b> <b>SON</b>	Indagine con scasso Rilievo con pacometro	<b>RIL</b> <b>PAC</b>	Indagine con termocamera Rilievo fondazioni	<b>T</b> <b>F</b>
---------------------------------------	-----------------------	---------------------------------------	-------------------------	--	--------------------------	--	--------------------------	--	----------------------

# DETTAGLI COSTRUTTIVI

PAC1-RIL1 | Elemento: PILASTRO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



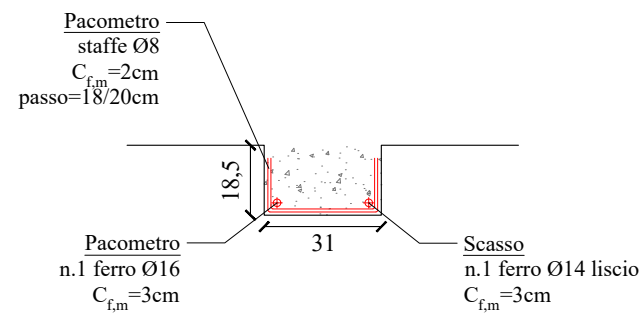
PAC2-RIL2 | Elemento: PILASTRO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



PAC3 | Elemento: SETTO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

Effettuata indagine pacometrica e scasso  
nessuna armatura trovata

PAC4 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

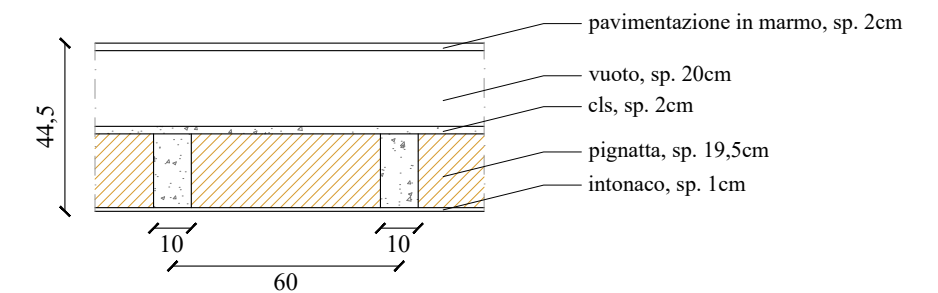


PAC5-PAC6-PAC7 | Elemento: SETTO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: PACOMETRIA

Effettuate indagini pacometriche  
nessuna armatura trovata e presenza di mattoni forati

RIL8 | Elemento: SOLAIO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, ENDOSCOPIA

Solaio laterocemento



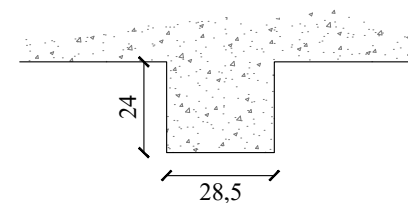
PAC8-RIL5 | Elemento: SETTO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

Effettuate indagini pacometriche e carotaggio  
nessuna armatura trovata

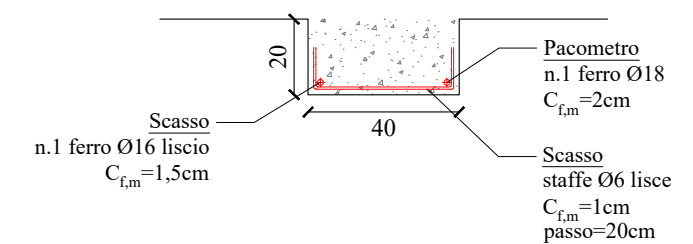
PAC9 | Elemento: SETTO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: PACOMETRIA

Effettuata indagine pacometrica  
nessuna armatura trovata e presenza di mattoni forati

RIL9 | Elemento: TRAVE | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO

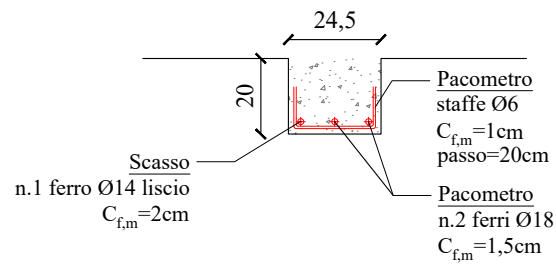


PAC10-RIL6 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, SCASSO, PACOMETRIA

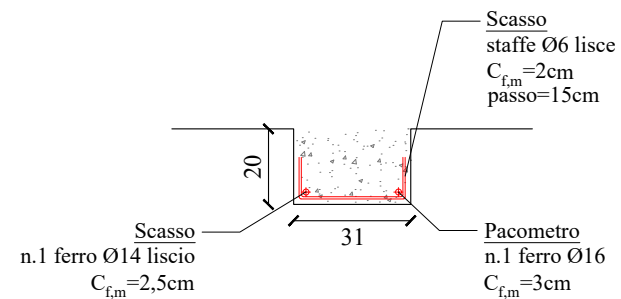


# DETTAGLI COSTRUTTIVI

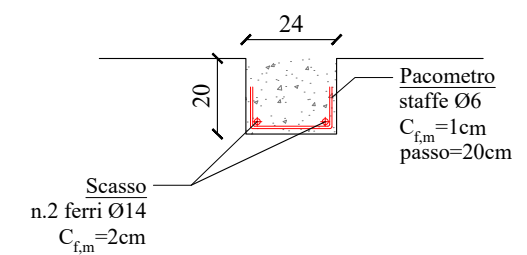
PAC11 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



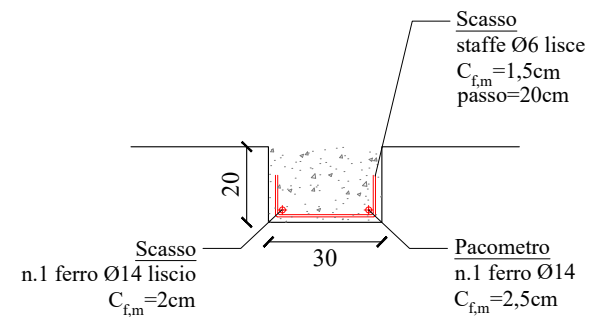
PAC12-RIL7 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



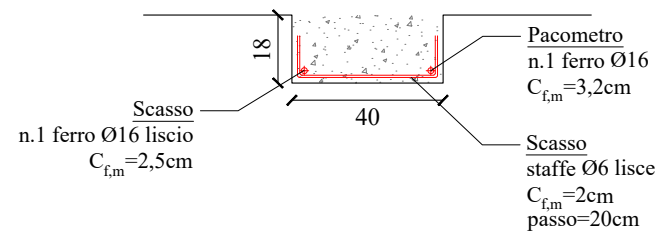
PAC 13 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



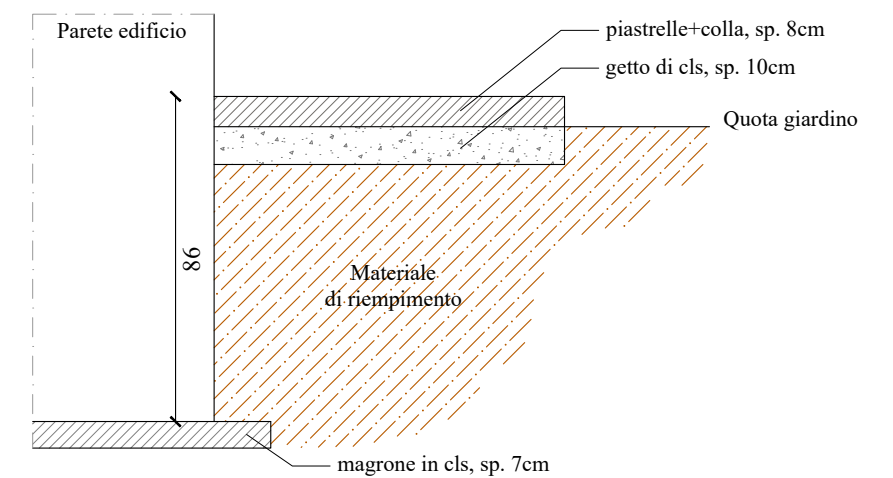
PAC14 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, SCASSO, PACOMETRIA



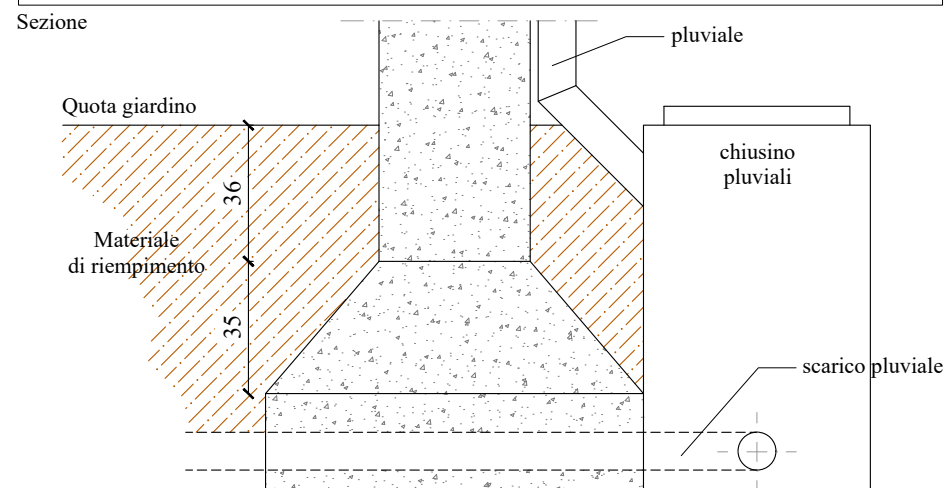
PAC15 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, SCASSO, PACOMETRIA



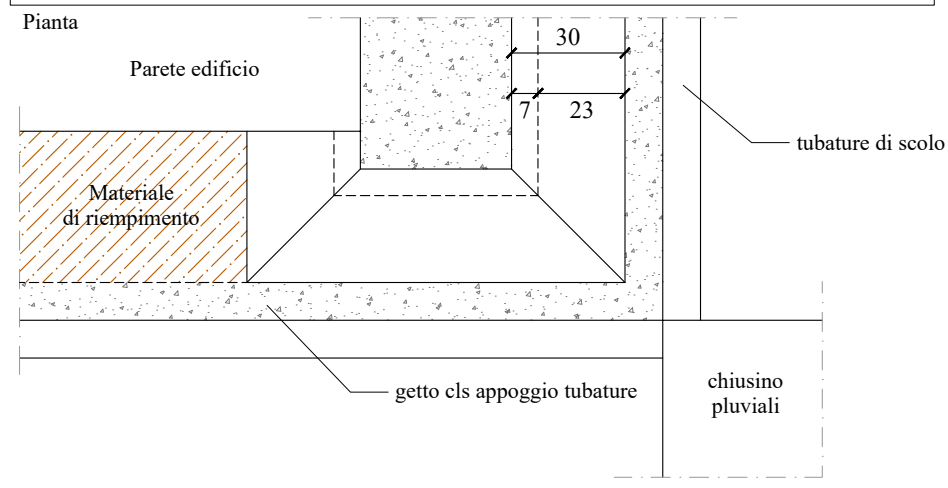
F1 | Elemento: FONDAZIONE | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO



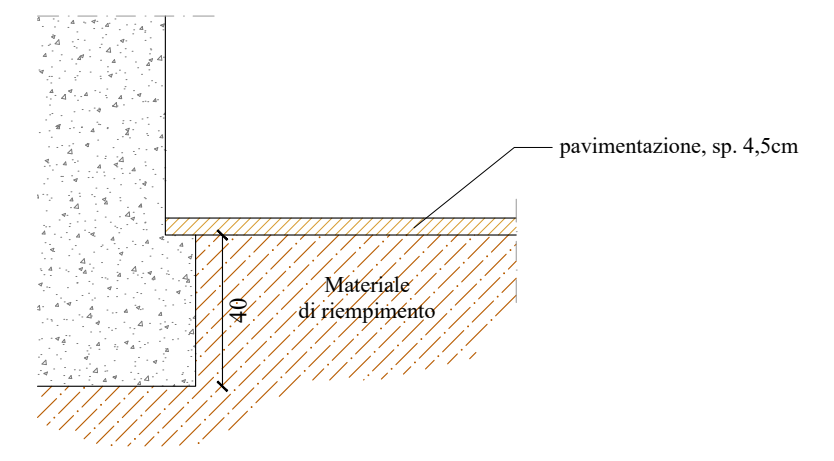
F2 | Elemento: FONDAZIONE | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO



F2 | Elemento: FONDAZIONE | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO

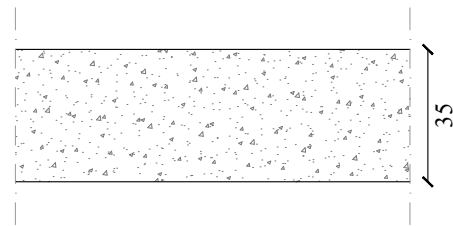


F3 | Elemento: FONDAZIONE | PIANO INTERRATO  
Indagine e/o prova: RILIEVO



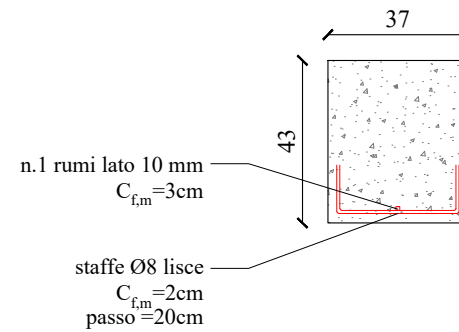
# DETTAGLI COSTRUTTIVI

PAC16-RIL11 | Elemento: SETTO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



Effettuata indagine pacometrica e carotaggio su setto in cls  
nessuna armatura trovata

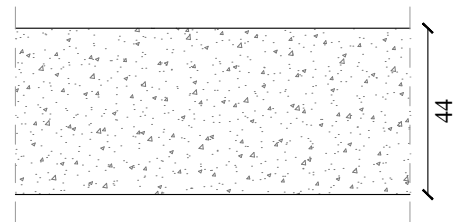
RIL16 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO



PAC17 | Elemento: SETTO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

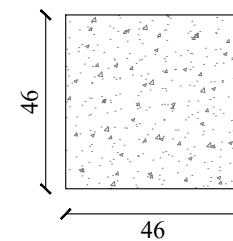
Effettuata indagine pacometrica  
nessuna armatura trovata

PAC18-RIL12 | Elemento: SETTO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

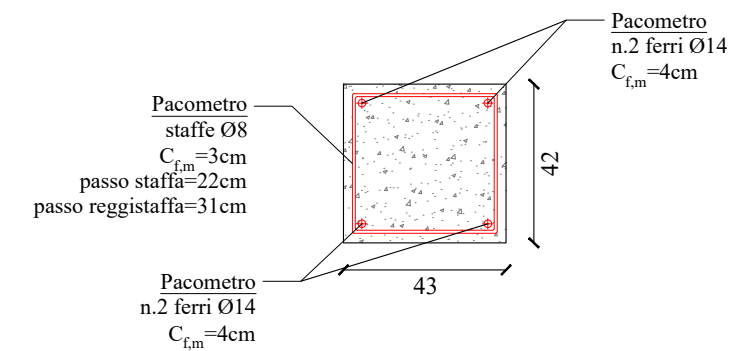


Effettuata indagine pacometrica e scasso su setto in cls  
nessuna armatura trovata

RIL18 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO



PAC19-RIL13 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

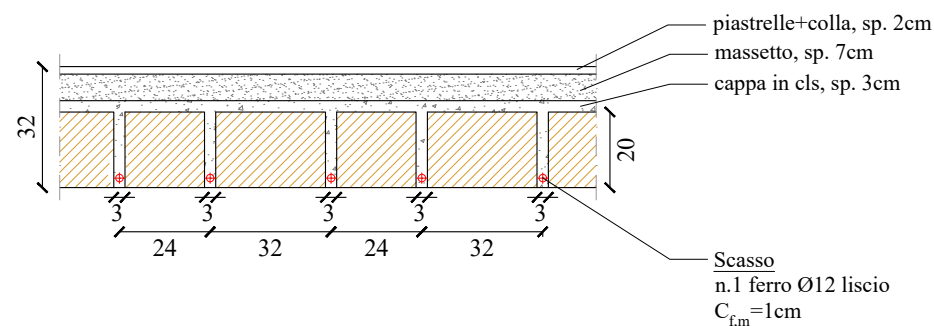


PAC20-PAC21-PAC22 | Elemento: SETTO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

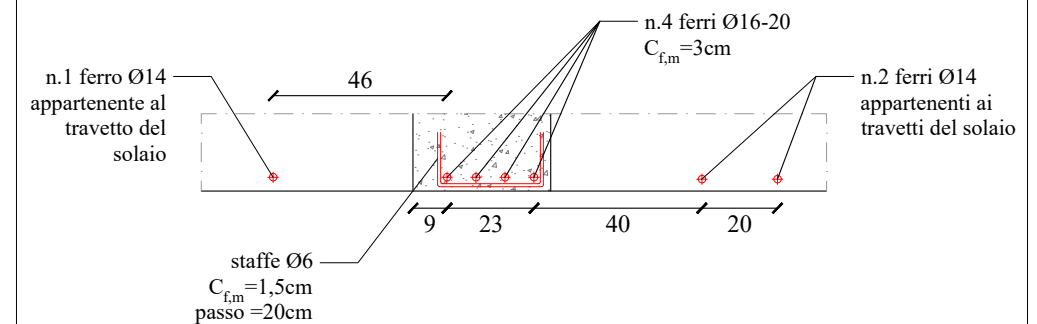
Effettuata indagine pacometrica e scasso  
nessuna armatura trovata e presenza di mattoni forati

RIL21 | Elemento: SOLAIO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

Solaio laterocemento  
La larghezza dei travetti pari a 3 cm è stata rilevata in intradosso di solaio, subito dopo il rivestimento.

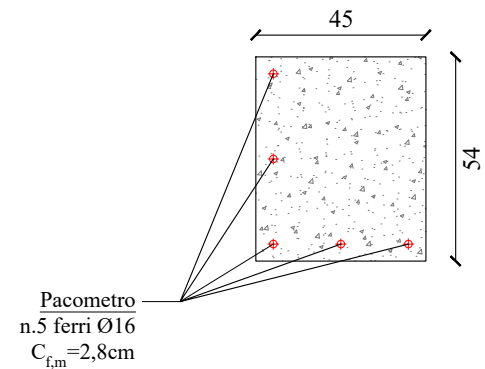


RIL22 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

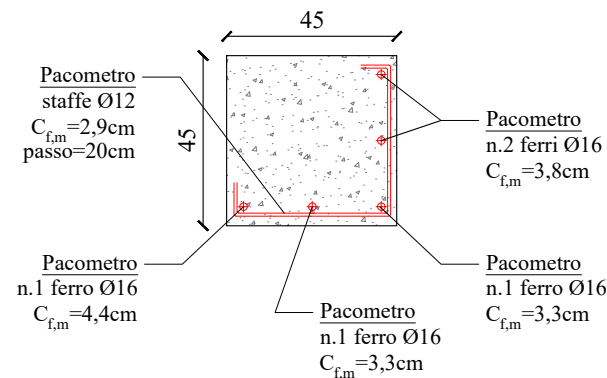


# DETTAGLI COSTRUTTIVI

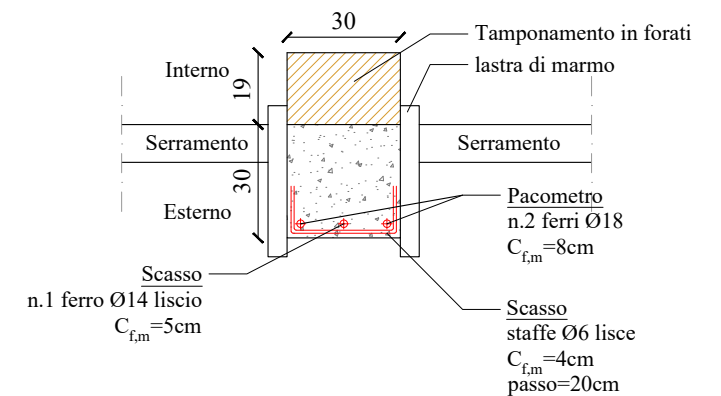
PAC23-RIL14 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



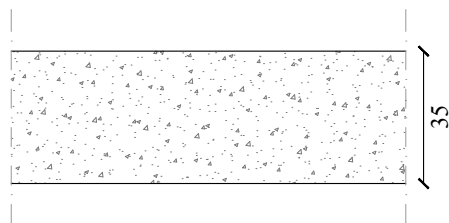
PAC24-RIL15 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



PAC25-RIL17 | Elemento: UNIONE TRAVE E CAPRIATA | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, SCASSO



PAC26-RIL19 | Elemento: SETTO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

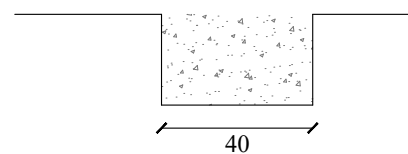


Effettuata indagine pacometrica scasso e carotaggio su setto in cls  
nessuna armatura trovata

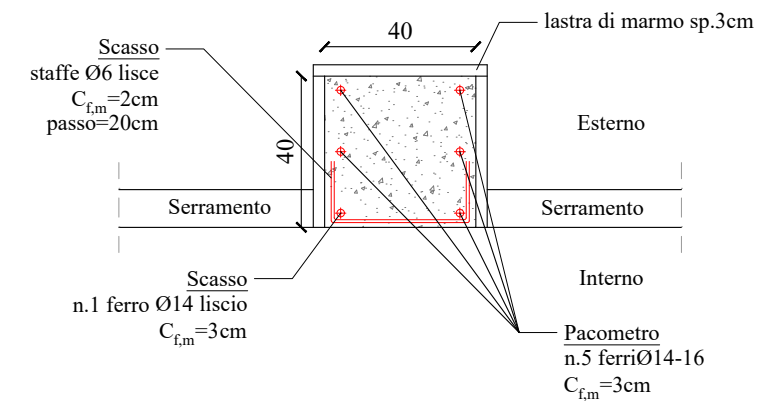
PAC27-PAC28 | Elemento: SETTI | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

Effettuata indagine pacometrica  
nessuna armatura trovata

RIL27 | Elemento: TRAVE | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO

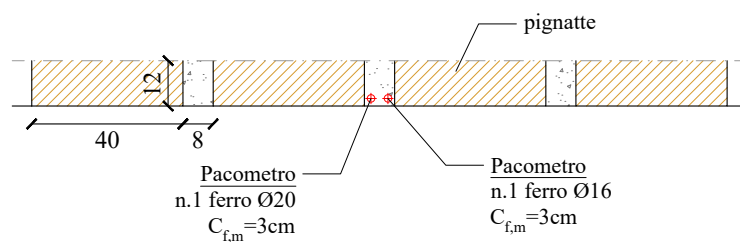


PAC29-RIL20 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

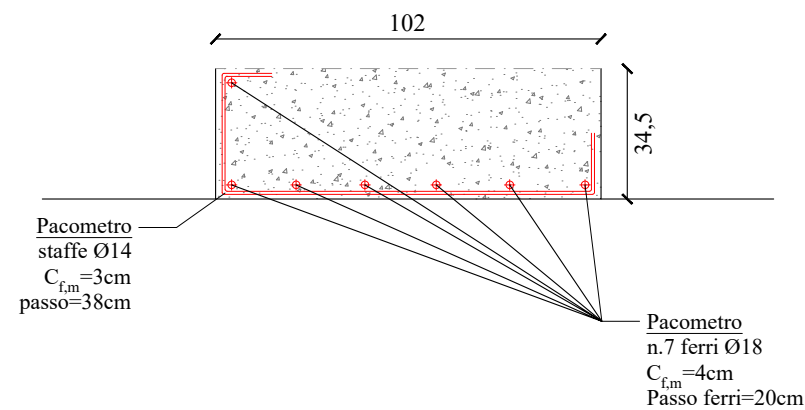


PAC30-RIL23 | Elemento: SOLAIO INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

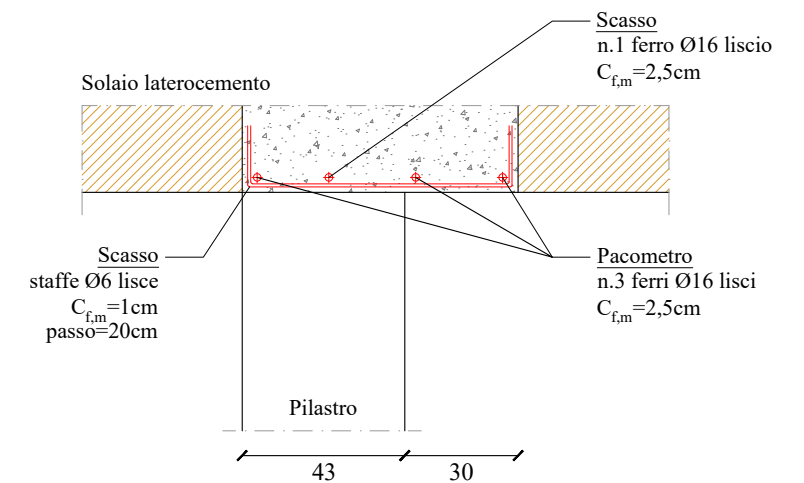
Solaio laterocemento a doppia orditura



PAC31 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

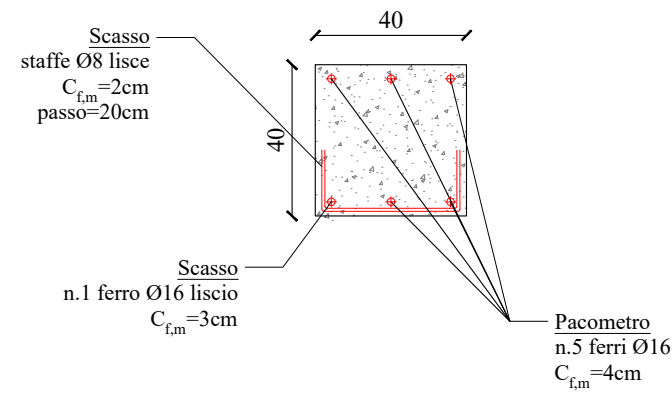


PAC32-RIL25 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

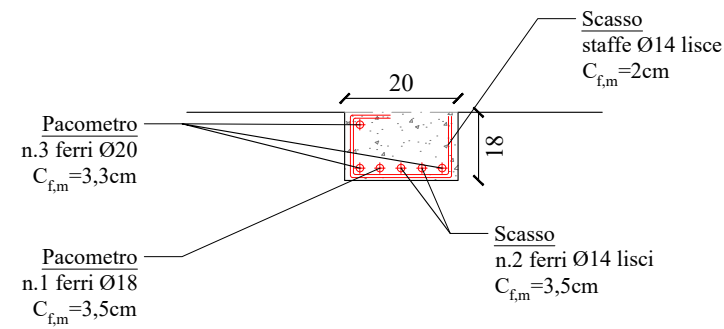


# DETTAGLI COSTRUTTIVI

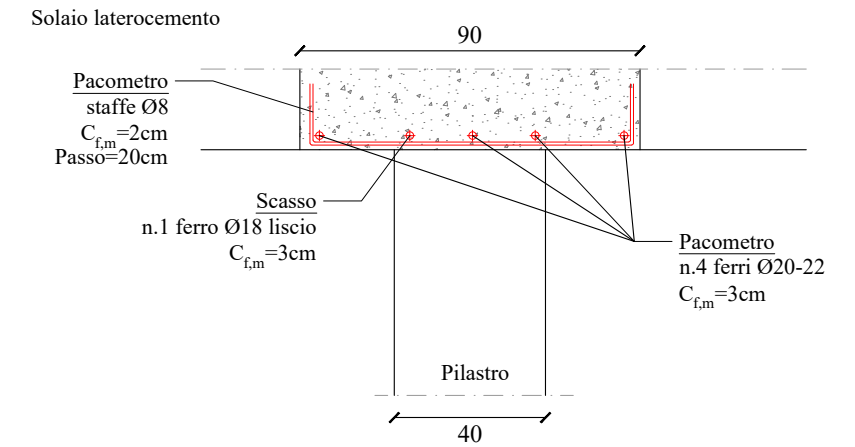
PAC33-RIL24 | Elemento: PILASTRO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



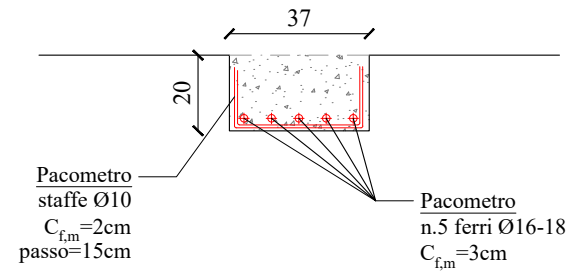
PAC34-RIL23 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



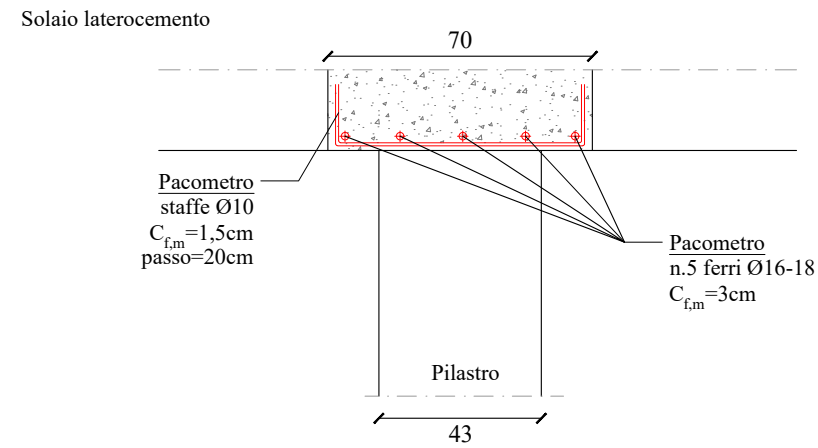
PAC35-RIL26 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



PAC36 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



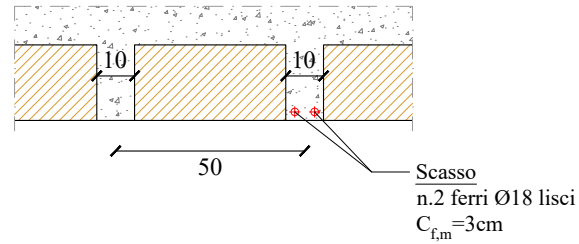
PAC37 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO TERRA  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



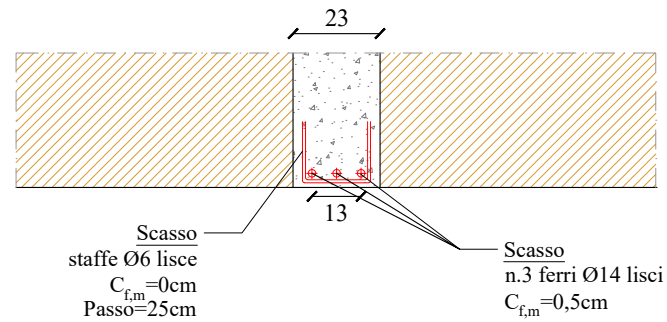
# DETTAGLI COSTRUTTIVI

RIL22A | Elemento: SOLAIO INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

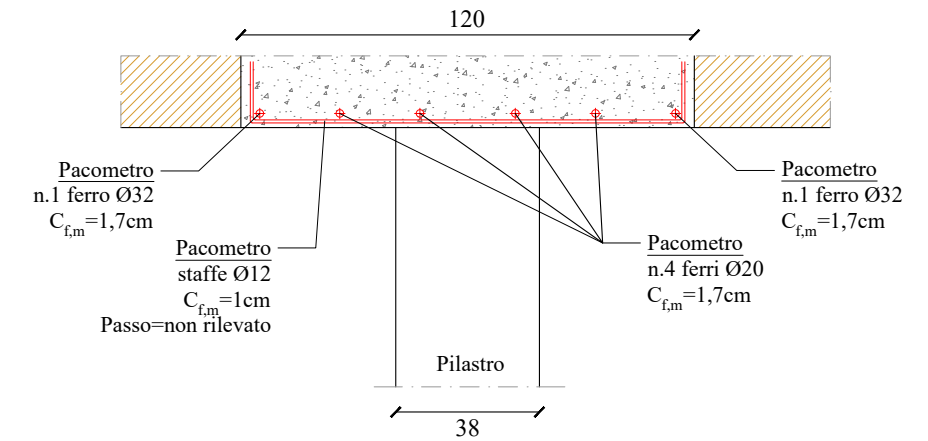
Solaio laterocemento unidirezionale



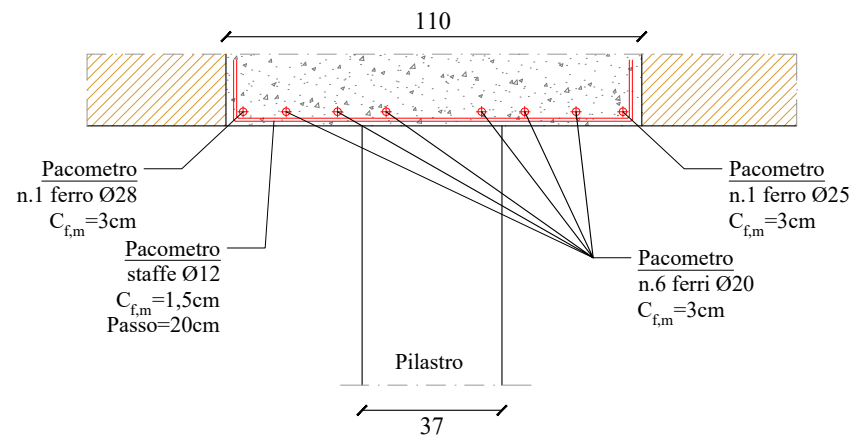
PAC38-RIL24A | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



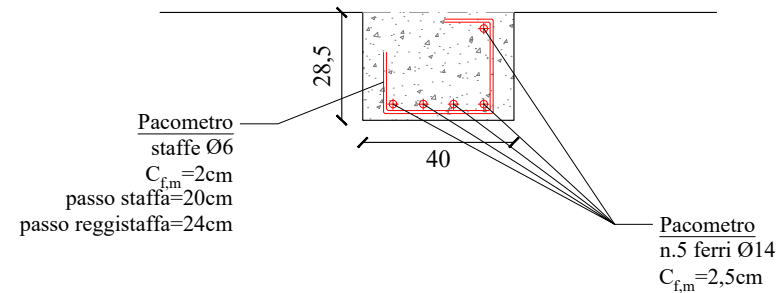
PAC39-RIL26A | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



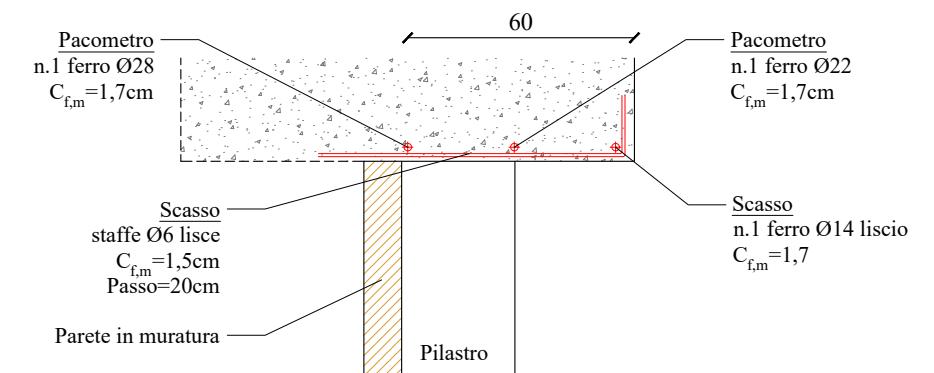
PAC40 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



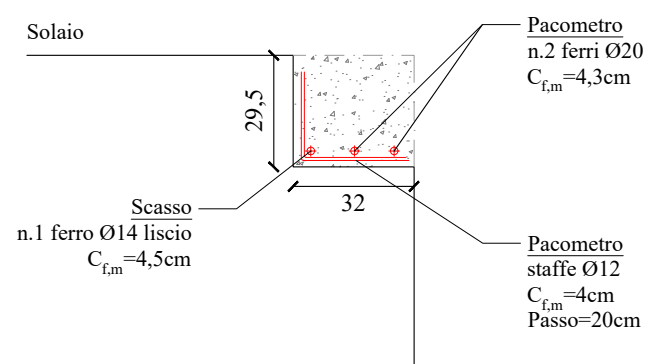
PAC41-RIL25 | Elemento: TRAVE | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



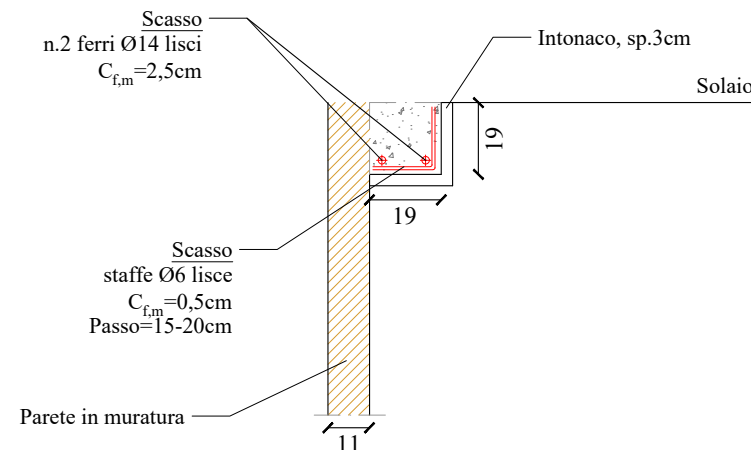
PAC42 | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



PAC43 | Elemento: TRAVE | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



PAC44-RIL28A | Elemento: TRAVE INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO



PAC45-RIL29 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

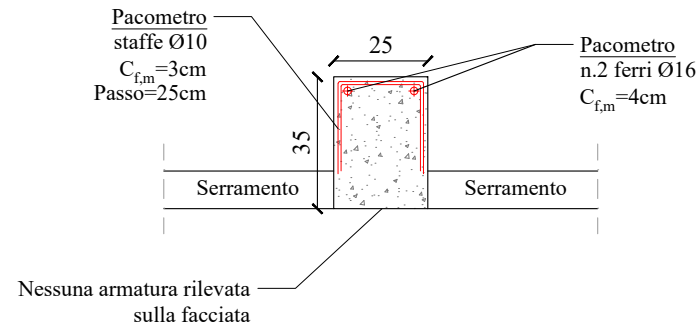
Effettuata indagine pacometrica e scarificazione  
nessuna armatura trovata

# DETTAGLI COSTRUTTIVI

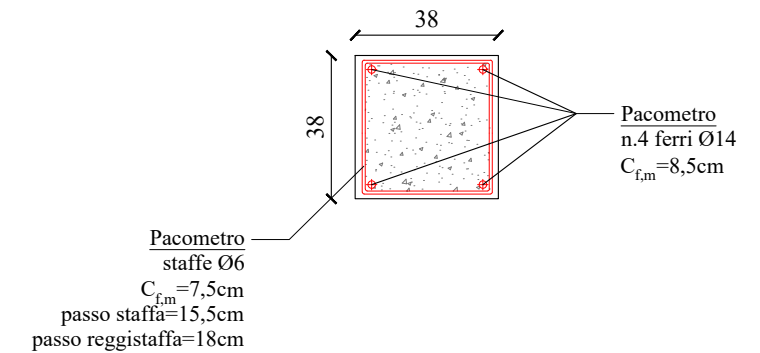
PAC46 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA, SCASSO

Effettuata indagine pacometrica  
nessuna armatura trovata

PAC47-PAC48 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

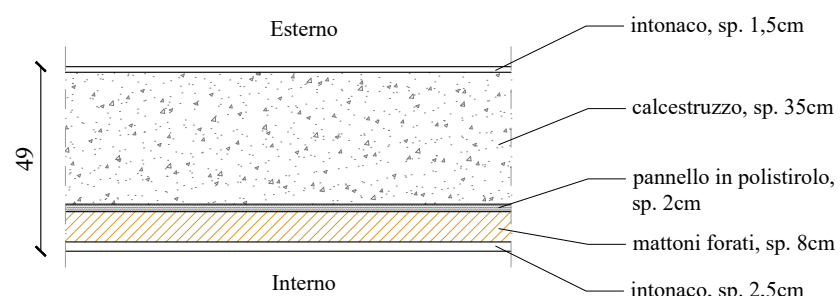


PAC49 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

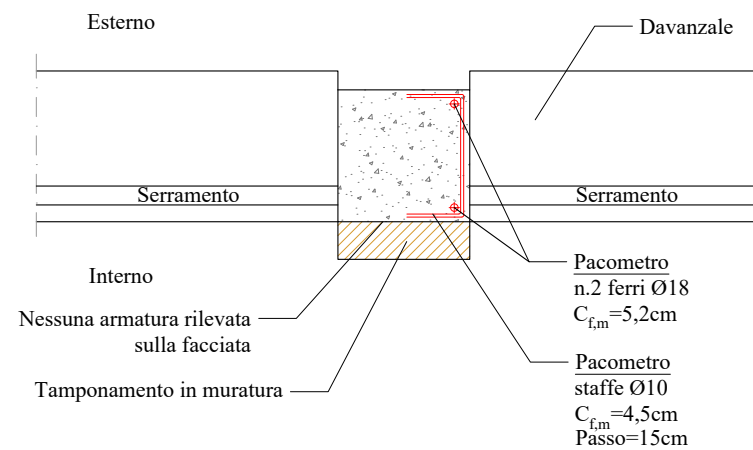


PAC50-RIL31 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

Effettuata indagine pacometrica su setto in cls  
nessuna armatura trovata



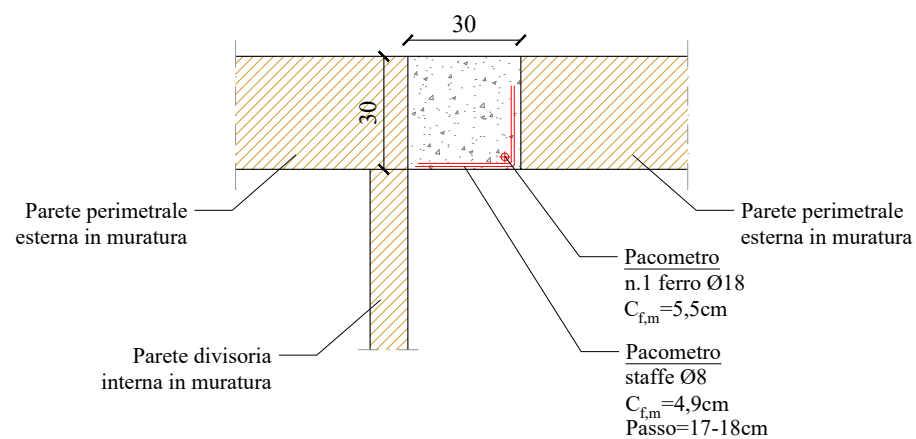
PAC51 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



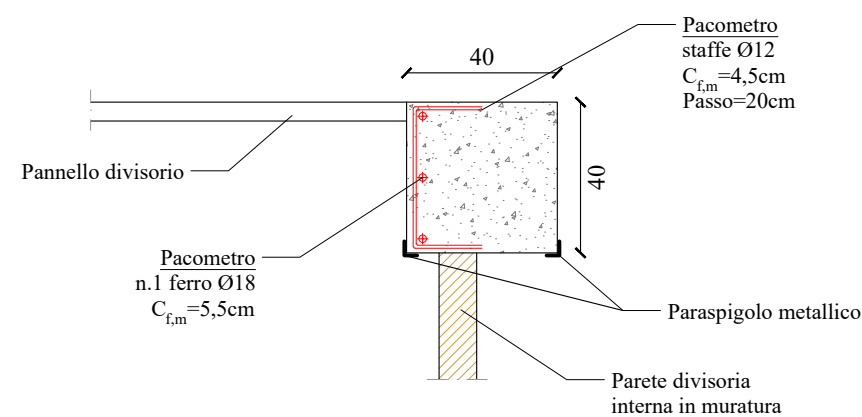
PAC52-PAC53-PAC54 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

Effettuata indagine pacometrica  
nessuna armatura trovata

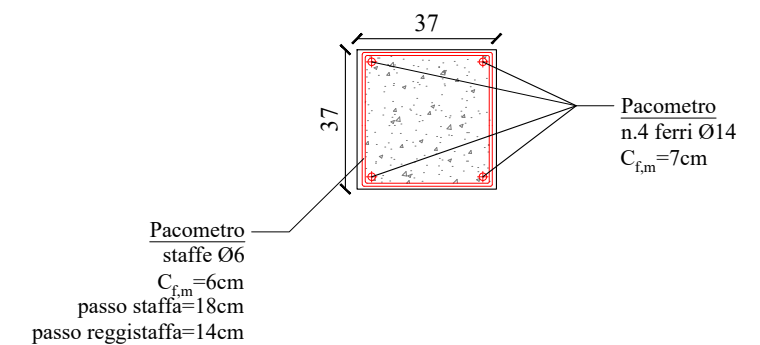
PAC55 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



PAC56 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA



PAC57 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

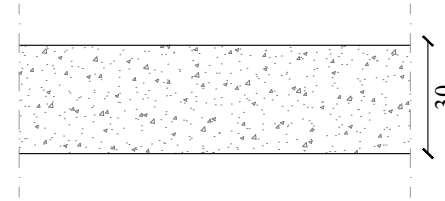


# DETTAGLI COSTRUTTIVI

PAC58 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

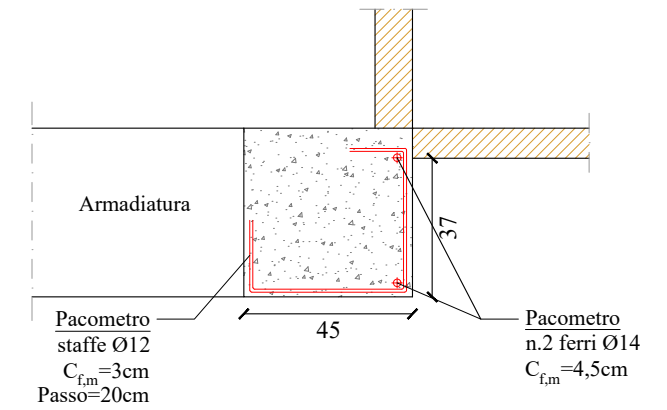
Effettuata indagine pacometrica  
nessuna armatura trovata

PAC59-RIL30 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

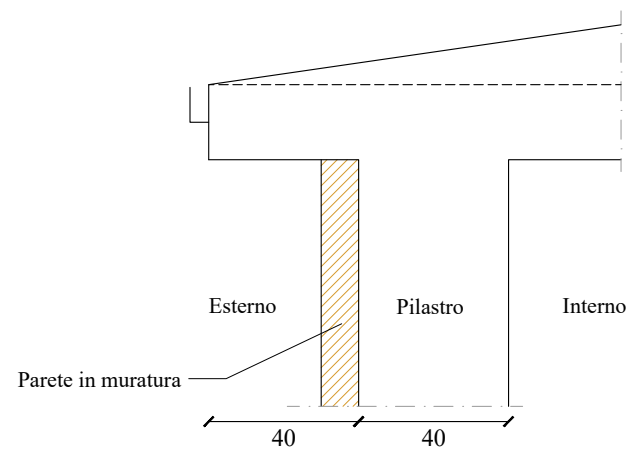


Effettuata indagine pacometrica su setto in cls  
nessuna armatura trovata

PAC60 | Elemento: PILASTRO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO, PACOMETRIA

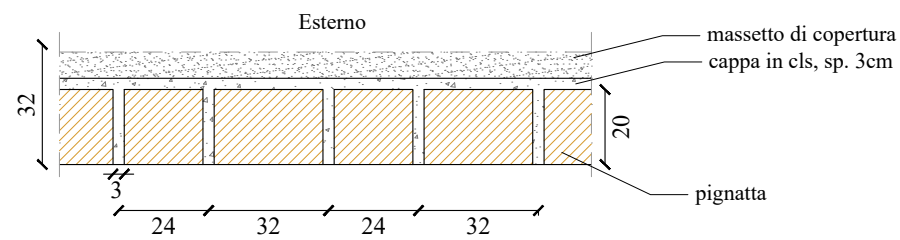


RIL23A | Elemento: TRAVE DI BORDO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO



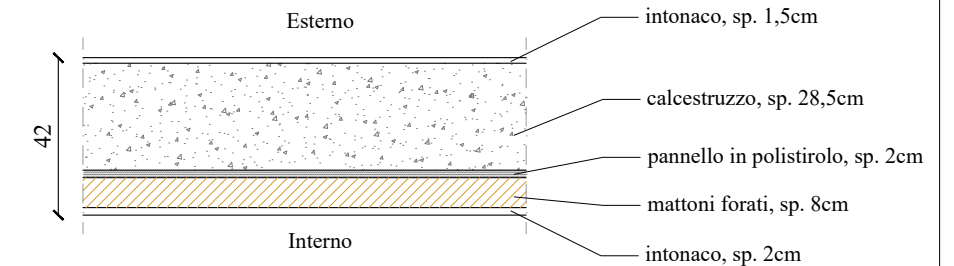
RIL27A | Elemento: SOLAIO INTRADOSSO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO

Solaio laterocemento  
La larghezza dei travetti pari a 3 cm è stata rilevata in intradosso di solaio, subito dopo il rivestimento.

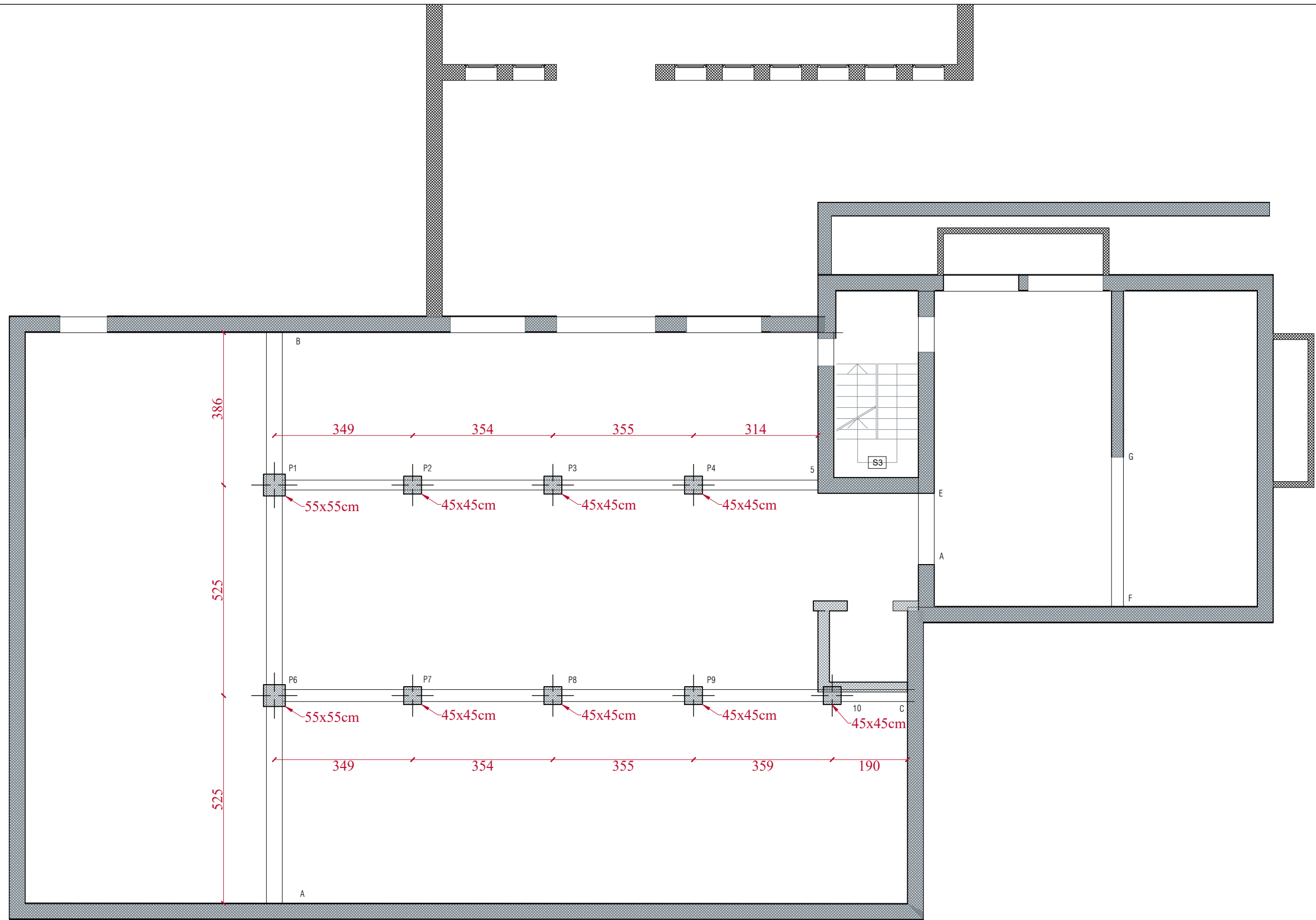


RIL33 | Elemento: SETTO | PIANO PRIMO  
Indagine e/o prova: RILIEVO


In mancanza di armatura per poter effettuare la prova con durometro  
è stato effettuato il rilievo della stratigrafia della parete



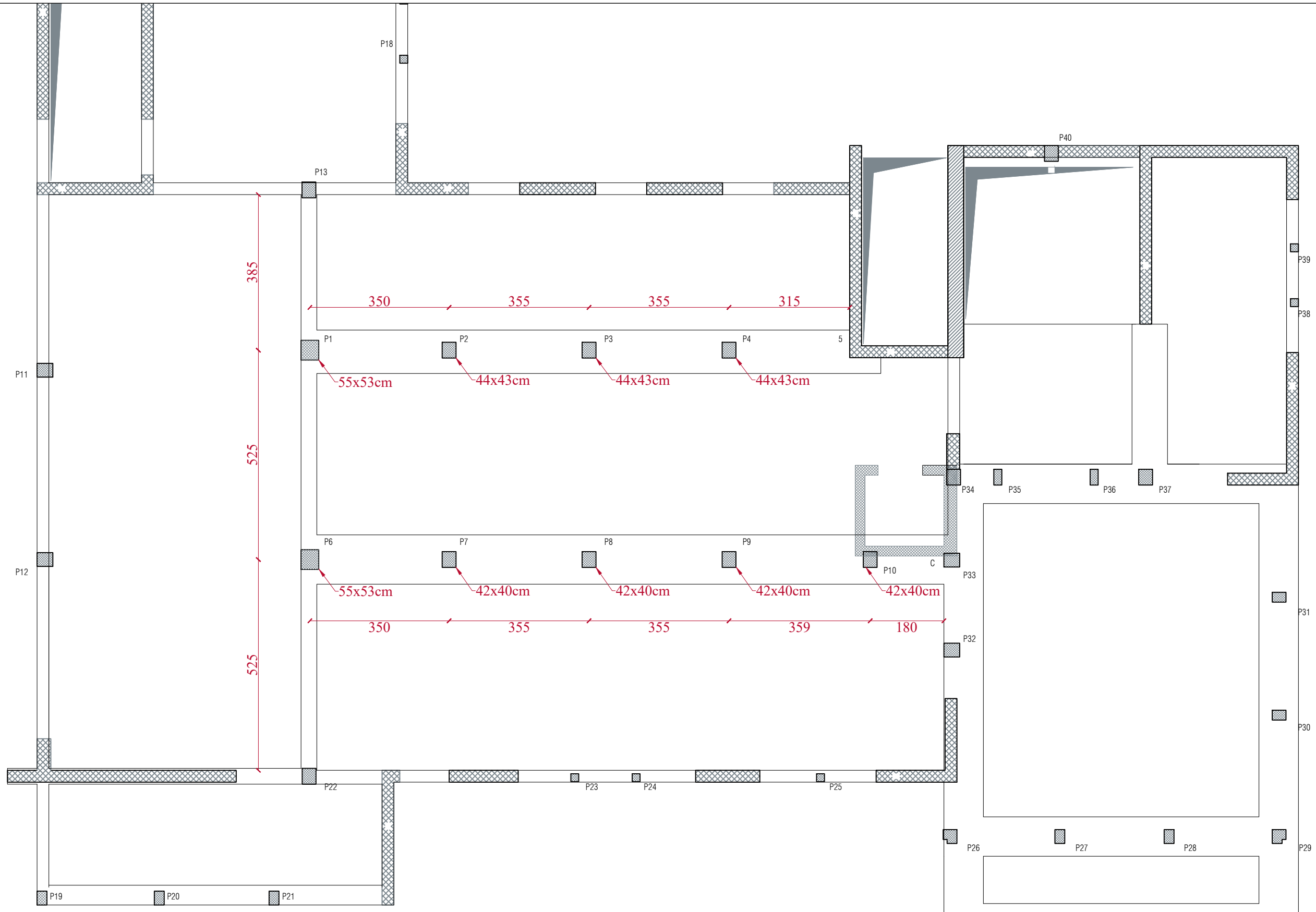
# RILIEVO GEOMETRICO



LEGENDA:

Misure pilastri L2  L1xL2cm

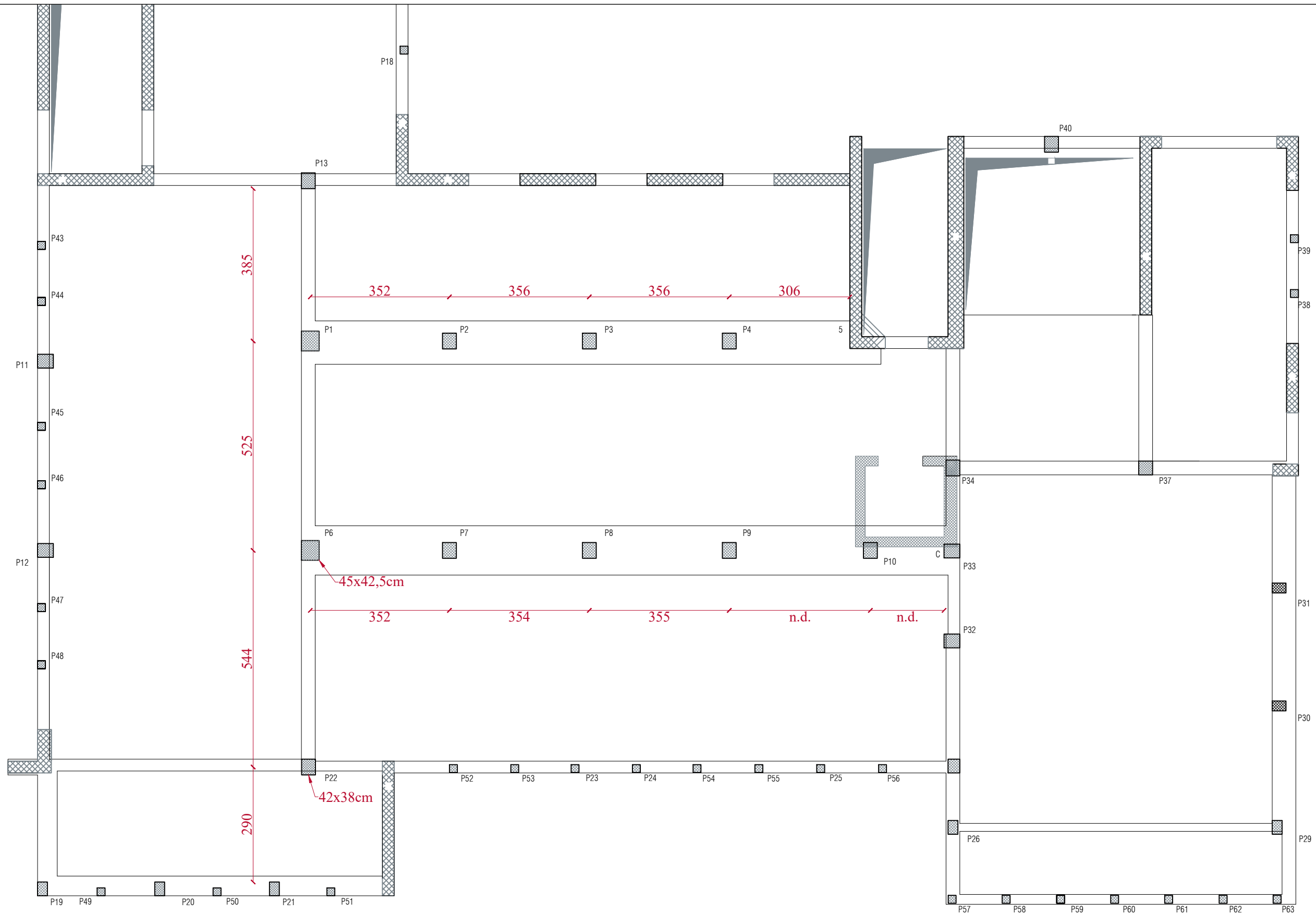
# RILIEVO GEOMETRICO



**LEGENDA:**

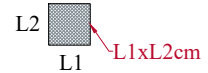
Misure pilastri  $L2$   $L1$   $L1 \times L2 \text{ cm}$

# RILIEVO GEOMETRICO



## LEGENDA:

Misure pilastri



Interasse non definito poiché i pilastri sono incassati nel muro



Laboratorio Prove Materiali  
Pag. 1 di 1**RAPPORTO DI PROVA**  
**n. RdP/21/1209/CS-01**Autorizzazione  
Decreto Ministeriale n. 0000012  
Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086  
Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380**PROVA DI COMPRESSIONE**  
su provini di calcestruzzo

Committente: ..... P&P CONSULTING ENGINEERS srl – VIA PASTRENCO, 9 – 24068 SERIATE (BG)

Richiesta : ..... Lettera del 08.09.2021 Accettazione n. : ..... 1209

Oggetto : ..... N. 7 carote di calcestruzzo Resistenza caratteristica dichiarata [MPa] : ..... NON DICHIARATO

Cemento dichiarato : ..... Dosaggio [kg/m<sup>3</sup>] : .....

Luogo del prelievo : ..... MUNICIPIO DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS) – Commessa N. 231\_21\_SC

Opera: ..... C1, C5, C6, C7: PILASTRO – C2: SETTO – C3, C4: TRAVE

Committente dell'opera: ..... COMUNE DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS)

Impresa costruttrice : .....

Denuncia: .....

Direttore lavori : ..... Richiesta prove firmata dal Direttore Lavori : ..... NO

Data ricevimento provini : ..... 08.09.2021 Data di prova : ..... 16.09.2021

Norma di riferimento : ..... NTC 2018 - UNI EN 12390-1:2012 - UNI EN 12390-7:2019 - UNI EN 12390-3:2019 – UNI EN 12504-1:2019

PROVINO n.	DATA PRELIEVO DICHIARATA	CONTRASSEGNI SUI PROVINI	SPIANATURA PROVINI (*)	DIMENSIONI [mm]		MASSA VOLUMICA [kg/m <sup>3</sup> ]	RESISTENZA A COMPRESSIONE [MPa]	TIPO DI ROTTURA (**)
				∅	h			
1	09-12.08.2021	C1	SI	75	72	2300	15,7	S
2	09-12.08.2021	C2	SI	75	75	2310	9,5	S
3	09-12.08.2021	C3	SI	75	72	2250	14,5	S
4	09-12.08.2021	C4	SI	75	74	2240	9,4	S
5	09-12.08.2021	C5	SI	74	73	2260	7,9	S
6	09-12.08.2021	C6	SI	74	75	2290	10,3	S
7	09-12.08.2021	C7	SI	75	72	2170	6,0	S

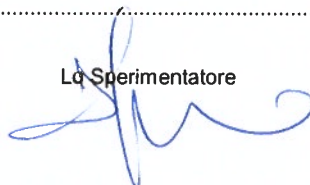
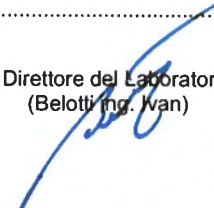
(\*) Spianatura provini: SI = effettuata; NO = provino conforme alla norma di riferimento.

(\*\*) Tipo di rottura : S = soddisfacente (bitronco-conica); A+K = non soddisfacente (UNI EN 12390-3, fig. 4)

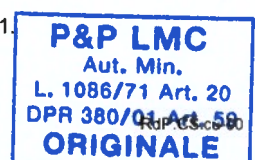
Note: .....

Seriate, li 17.09.2021

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
(Belotti Ing. Ivan)

Il presente Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71.  
I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.



Laboratorio Prove Materiali  
Pag. 1 di 1

**RAPPORTO DI PROVA**  
**n. RdP/21/1209/CS-02**

Autorizzazione  
Decreto Ministeriale n. 0000012  
Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086  
Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380

**PROVA DI COMPRESSIONE**

su provini di calcestruzzo

Committente: ..... P&P CONSULTING ENGINEERS srl – VIA PASTRENCO, 9 – 24068 SERIATE (BG)  
 Richiesta : ..... Lettera del 08.09.2021 Accettazione n. : ..... 1209  
 Oggetto : ..... N. 4 carote di calcestruzzo Resistenza caratteristica dichiarata [MPa] : ..... NON DICHIARATO  
 Cemento dichiarato : ..... Dosaggio [kg/m<sup>3</sup>] : .....  
 Luogo del prelievo : ..... MUNICIPIO DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS) – Commessa N. 231\_21\_SC  
 Opera: ..... C8, C11: SETTO – C9: PILASTRO – C10: TRAVE  
 Committente dell'opera: ..... COMUNE DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS)  
 Impresa costruttrice : .....  
 Denuncia: .....  
 Direttore lavori : ..... Richiesta prove firmata dal Direttore Lavori : ..... NO  
 Data ricevimento provini : ..... 08.09.2021 Data di prova : ..... 16.09.2021  
 Norma di riferimento : ..... NTC 2018 - UNI EN 12390-1:2012 - UNI EN 12390-7:2019 - UNI EN 12390-3:2019 – UNI EN 12504-1:2019

PROVINO n.	DATA PRELIEVO DICHIARATA	CONTRASSEGNI SUI PROVINI	SPIANATURA PROVINI (*)	DIMENSIONI [mm]		MASSA VOLUMICA [kg/m <sup>3</sup> ]	RESISTENZA A COMPRESSIONE [MPa]	TIPO DI ROTTURA (**)
				Ø	h			
1	09-12.08.2021	C8	SI	74	74	2180	5,3	S
2	09-12.08.2021	C9	SI	74	74	2100	4,9	S
3	09-12.08.2021	C10	SI	74	73	2330	9,6	S
4	09-12.08.2021	C11	SI	74	73	2270	5,6	S

(\*) Spianatura provini: SI = effettuata; NO = provino conforme alla norma di riferimento.

(\*\*) Tipo di rottura : S = soddisfacente (bitronco-conica); A+K = non soddisfacente (UNI EN 12390-3, fig. 4)

Note: .....

Seriate, li 17.09.2021

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
(Belotti ing. Jean)

Il presente Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71. I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato. Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.



Laboratorio Prove Materiali  
 Pag. 1 di 1

**RAPPORTO DI PROVA**  
**n. RdP/21/1209/CS-03**

Autorizzazione  
 Decreto Ministeriale n. 0000012  
 Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086  
 Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380

**PROVA DI COMPRESSIONE**  
**su provini di calcestruzzo**

Committente: ..... P&P CONSULTING ENGINEERS srl – VIA PASTRENCO, 9 – 24068 SERIATE (BG)  
 Richiesta : ..... Lettera del 08.09.2021      Accettazione n. : ..... 1209  
 Oggetto : ..... N. 4 carote di calcestruzzo      Resistenza caratteristica dichiarata [MPa] : ..... NON DICHIARATO  
 Cemento dichiarato : .....      Dosaggio [kg/m<sup>3</sup>] : .....  
 Luogo del prelievo : ..... MUNICIPIO DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS) – Commessa N. 231\_21\_SC  
 Opera: ..... C12: TRAVE – C13, C15: PILASTRO – C14: SETTO  
 Committente dell'opera: ..... COMUNE DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS)  
 Impresa costruttrice : .....  
 Denuncia: .....  
 Direttore lavori : .....      Richiesta prove firmata dal Direttore Lavori : ..... NO  
 Data ricevimento provini : ..... 08.09.2021      Data di prova : ..... 16.09.2021  
 Norma di riferimento : ..... NTC 2018 - UNI EN 12390-1:2012 - UNI EN 12390-7:2019 - UNI EN 12390-3:2019 – UNI EN 12504-1:2019

PROVINO n.	DATA PRELIEVO DICHIARATA	CONTRASSEGNI SUI PROVINI	SPIANATURA PROVINI (*)	DIMENSIONI [mm]		MASSA VOLUMICA [kg/m <sup>3</sup> ]	RESISTENZA A COMPRESSIONE [MPa]	TIPO DI ROTTURA (**)
				∅	h			
1	09-12.08.2021	C12	SI	74	72	2350	20,9	S
2	09-12.08.2021	C13	SI	75	74	2260	11,7	S
3	09-12.08.2021	C14	SI	74	74	2320	6,4	S
4	09-12.08.2021	C15	SI	75	73	2220	7,2	S

(\*) Spianatura provini: SI = effettuata; NO = provino conforme alla norma di riferimento.

(\*\*) Tipo di rottura : S = soddisfacente (bitronco-conica); A+K = non soddisfacente (UNI EN 12390-3, fig. 4)

Note: .....

Seriate, li 17.09.2021

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
 (Belotti ing. Wan)

Il presente Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71.  
 I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato.  
 Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.



Laboratorio Prove Materiali  
Pag. 1 di 1

**RAPPORTO DI PROVA**  
**n. RdP/21/1209/FE-01**

Autorizzazione  
Decreto Ministeriale n. 0000012  
Art. 20 - Legge 5-11-71 n. 1086  
Art. 59 - D.P.R. 06-06-01 n. 380

**PROVE SU BARRE D'ARMATURA**

Committente : .....P&P CONSULTING ENGINEERS srl – VIA PASTRENCO, 9 – 24068 SERIATE (BG)  
 Richiesta : ..... Lettera del 08.09.2021 Accettazione n. : ..... 1209  
 Oggetto: ..... n.9 barre lisce da c.a. normale: Produttore : .....NON DICHIARATO  
 Tipo di acciaio : ..... N.D. Diametro nominale: ..... 20-14-14-14-8-16-16-14-16 mm  
 Luogo del prelievo : .....MUNICIPIO DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS) – Commessa N. 231\_21\_SC  
 Opera: .....PB1, PB4, PB5, PB6, PB7: PILASTRO – PB2, PB3, PB6.1, PB9: TRAVE  
 Committente dell'opera: .....COMUNE DI CONCESIO – PIAZZA PAOLO VI, 1 – CONCESIO (BS)  
 Impresa costruttrice : .....  
 Denuncia: .....  
 Direttore lavori : ..... Richiesta prove firmata dal Direttore Lavori : ..... NO  
 Data ricevimento provini: .....08.09.2021 Data di prova: .....13.09.2021  
 Norma di riferimento: .....NTC 2018 – UNI EN ISO 15630-1:2019  
 Marchio di identificazione:Ø.....  
 Ø.....  
 Ø.....

BARRA		CONTROLLO DIMENSIONALE		PROVA DI TRAZIONE					PROVA DI PIEGAMENTO		AREA RELATIVA DI NERVATURA [f]
Ø	n°	Sezione [mm <sup>2</sup> ]	Massa [kg/m]	Tensione di snervamento f <sub>y</sub> [MPa]	Tensione di rottura f <sub>t</sub> [MPa]	f <sub>y</sub> / f <sub>yk</sub>	f <sub>t</sub> / f <sub>y</sub>	Allungamento A <sub>gt</sub> [%]	Diametro mandrino [mm]	Esito	
20	PB1	316,0	2,481	384,1	549,6	0,85	1,43	21,4			
14	PB2	153,2	1,202	391,7	529,4	0,87	1,35	18,3			
14	PB3	155,8	1,223	382,6	523,8	0,85	1,37	21,2			
14	PB4	156,8	1,231	355,8	512,6	0,79	1,44	22,6			
8	PB5	50,4	0,395	393,1	556,0	0,87	1,41	15,4			
16	PB6	191,7	1,505	431,8	579,9	0,96	1,34	12,5			
16	PB6.1	195,2	1,532	443,7	639,5	0,99	1,44	18,3			
14	PB7	156,9	1,232	368,9	509,7	0,82	1,38	15,8			
16	PB9	192,5	1,511	392,8	494,1	0,87	1,26	18,3			

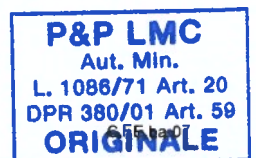
Note : .....

Seriate, li 15.09.2021

Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
(Belotti ing. Ivan)

Il presente Rapporto di prova non costituisce certificato utile ai fini della procedura prevista dalla legge 1086/71. I risultati contenuti nel presente Rapporto si riferiscono esclusivamente all'oggetto provato. Il documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta del Laboratorio.





**AEGIS**  
CANTARELLI + PARTNERS

**Comune di Concesio**

**ALLEGATO C**  
**STRUTTURE EDIFICIO ESISTENTE**  
**ALLO STATO DI FATTO**

**UBICAZIONE DELL'INTERVENTO:**

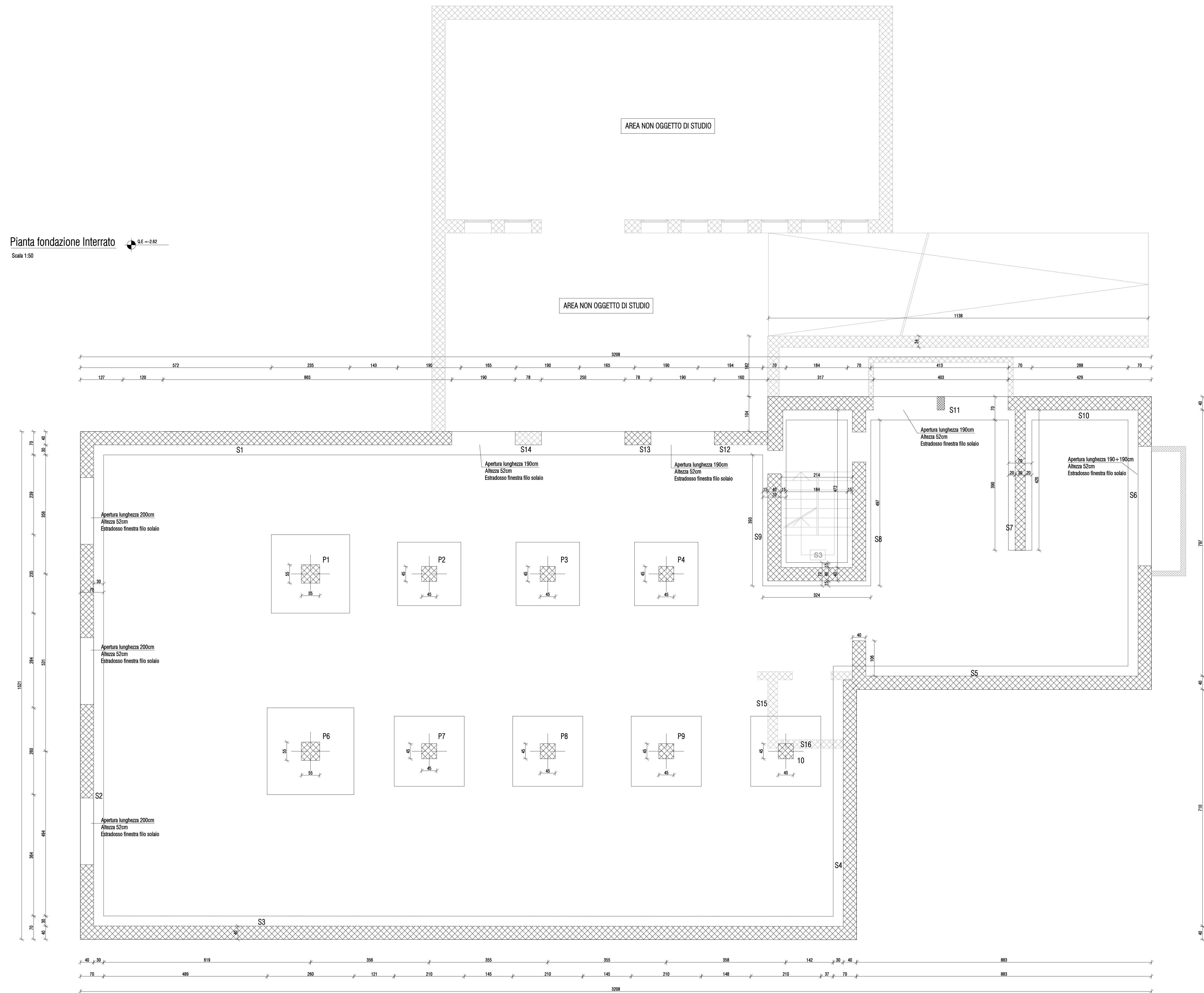
Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

**IL TECNICO:**

Ing. Stefano Tortella



Pianta fondazione Interrato  
 Scala 1:50



COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
 Ampliamento e ristrutturazione  
 EDIFICIO ESISTENTE

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	22/1/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

Comune di Concesio  
 Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

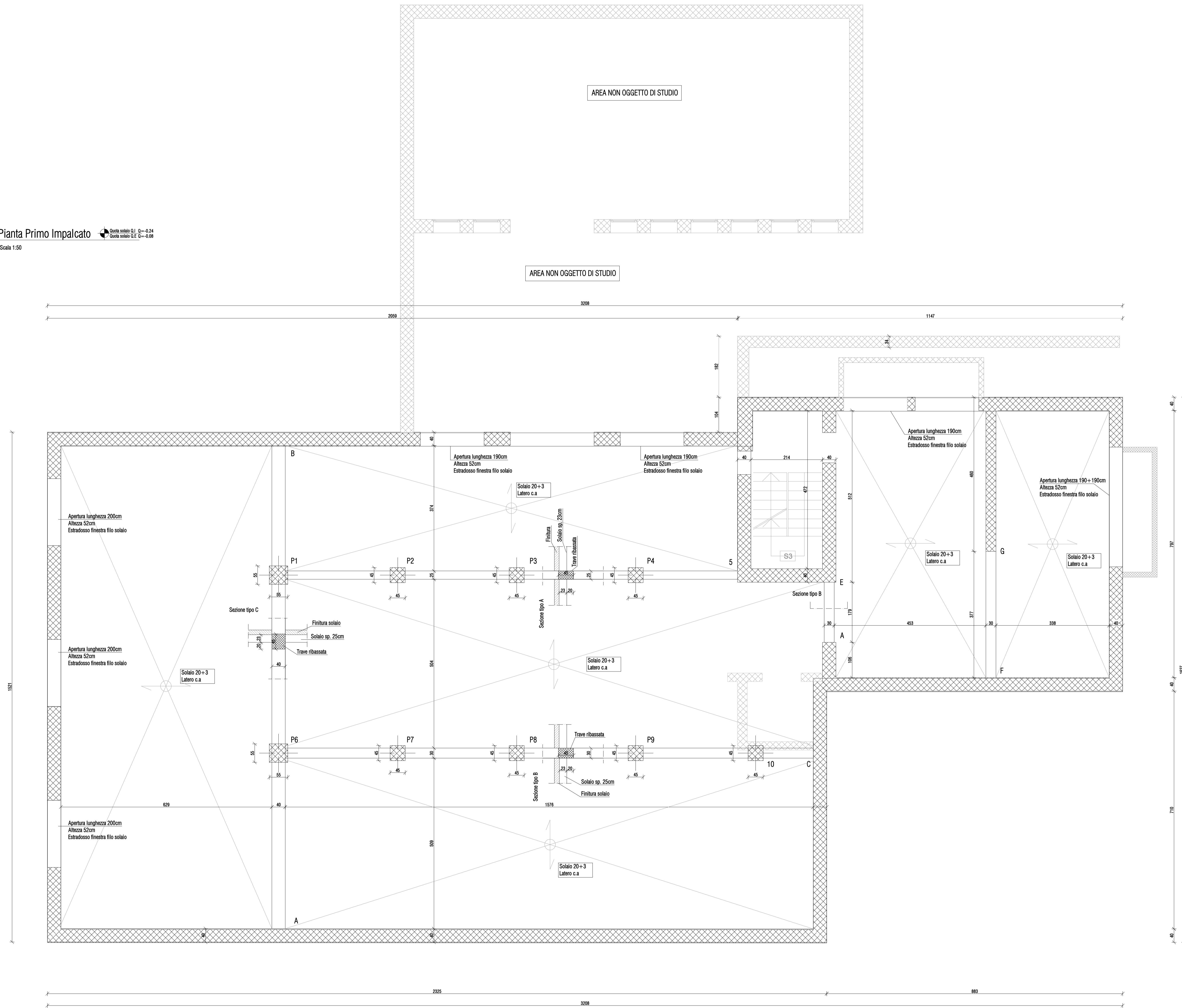
IL TECNICO  
 Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832  
 Via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia



ELABORATO  
 PIANTA FONDAZIONI

LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1257	-	STR	08	00

Pianta Primo Impalcato  Quarta solai D.L. 0-0.24  
Quinta solai D.L.C. 0-0.08  
Scala 1:50



COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
Ampliamento e ristrutturazione  
EDIFICIO ESISTENTE

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	22/10/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Firma emittente

COMMITTENTE

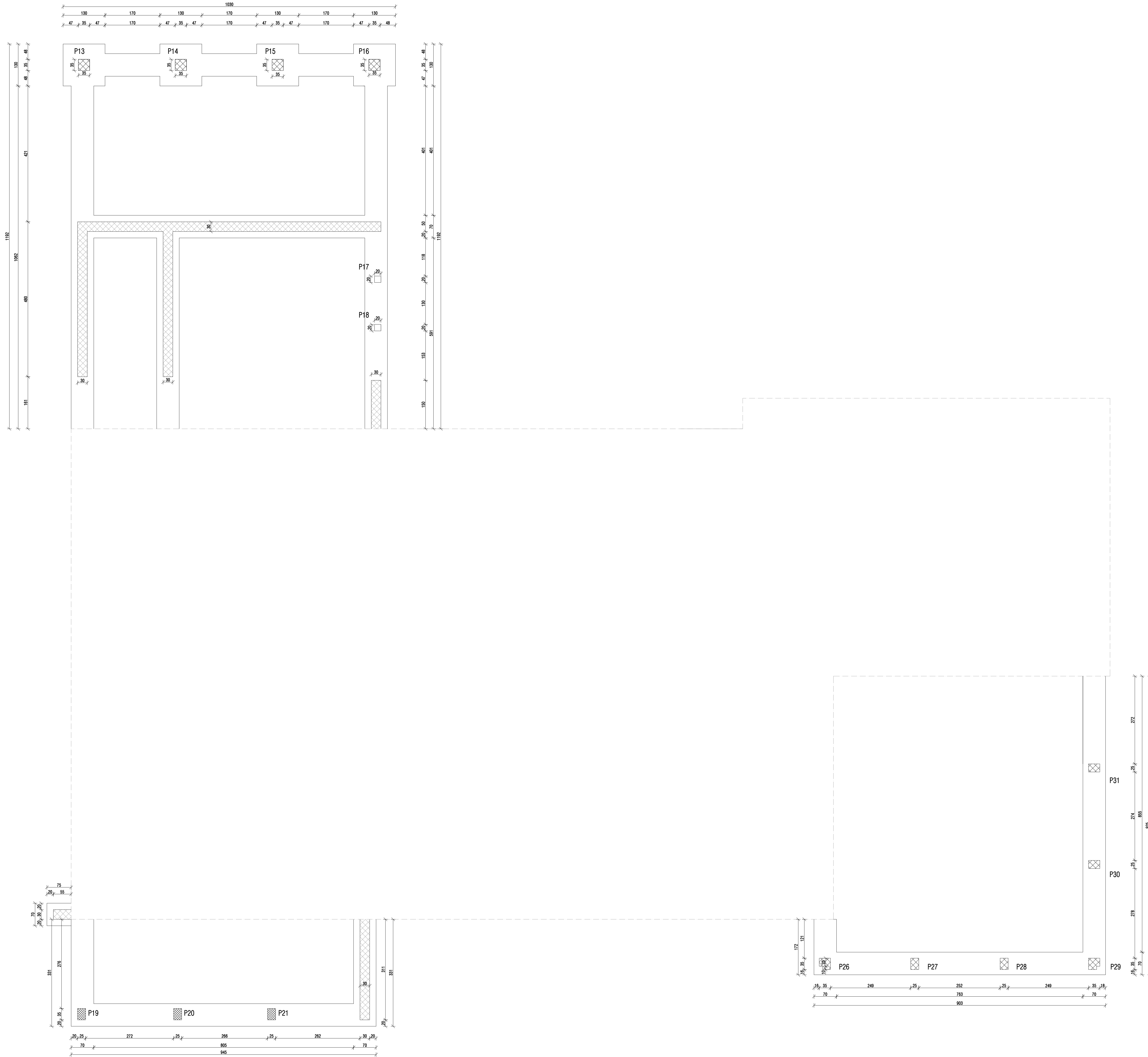
Comune di Concesio  
Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

IL TECNICO  
Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832  
via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia



ELABORATO  
PIANTA PRIMO IMPALCATO

SCALA 1:50	LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1257	-	STR		09	00

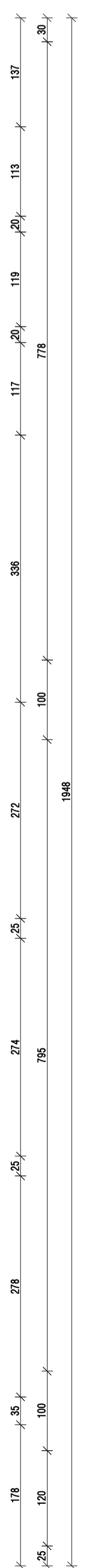
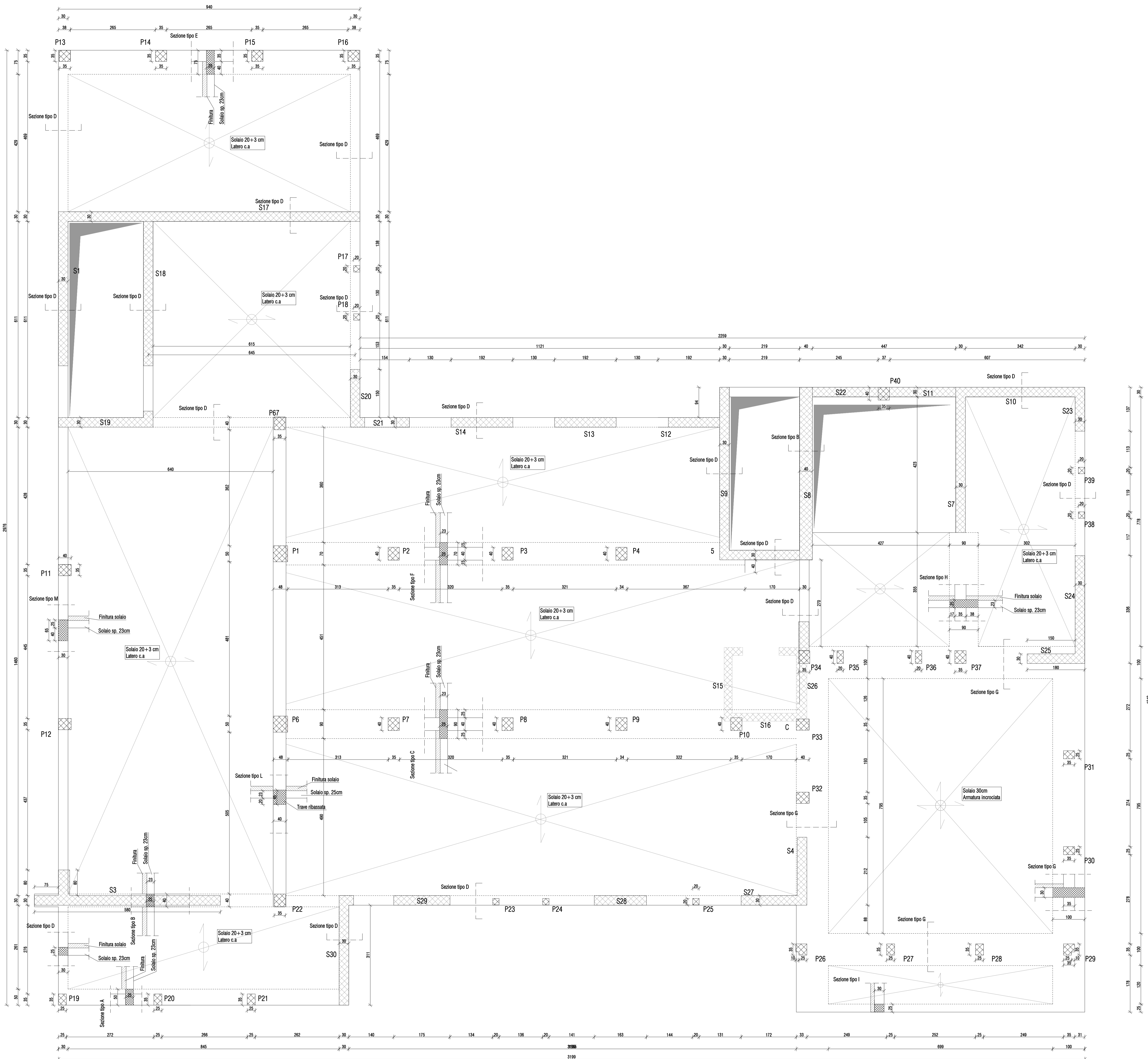


COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
 Ampliamento e ristrutturazione  
 EDIFICIO ESISTENTE

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	23/11/2021	S.R.	S.T.	S.T.	Prima emissione
COMMITENTE					
Comune di Concesio Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS					
IL TECNICO					
Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A5832 via Rodi, n. 61 - 25124 Brescia					
ELABORATO					
PIANTA FONDAZIONI P.T.					
SCALA 1:50					
LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO	
1257	-	STR	10	00	

Muri in calcestruzzo non armato  
 sp.30cm



COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
 Ampliamento e ristrutturazione  
 EDIFICIO ESISTENTE

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMISSIONE
00	22/10/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

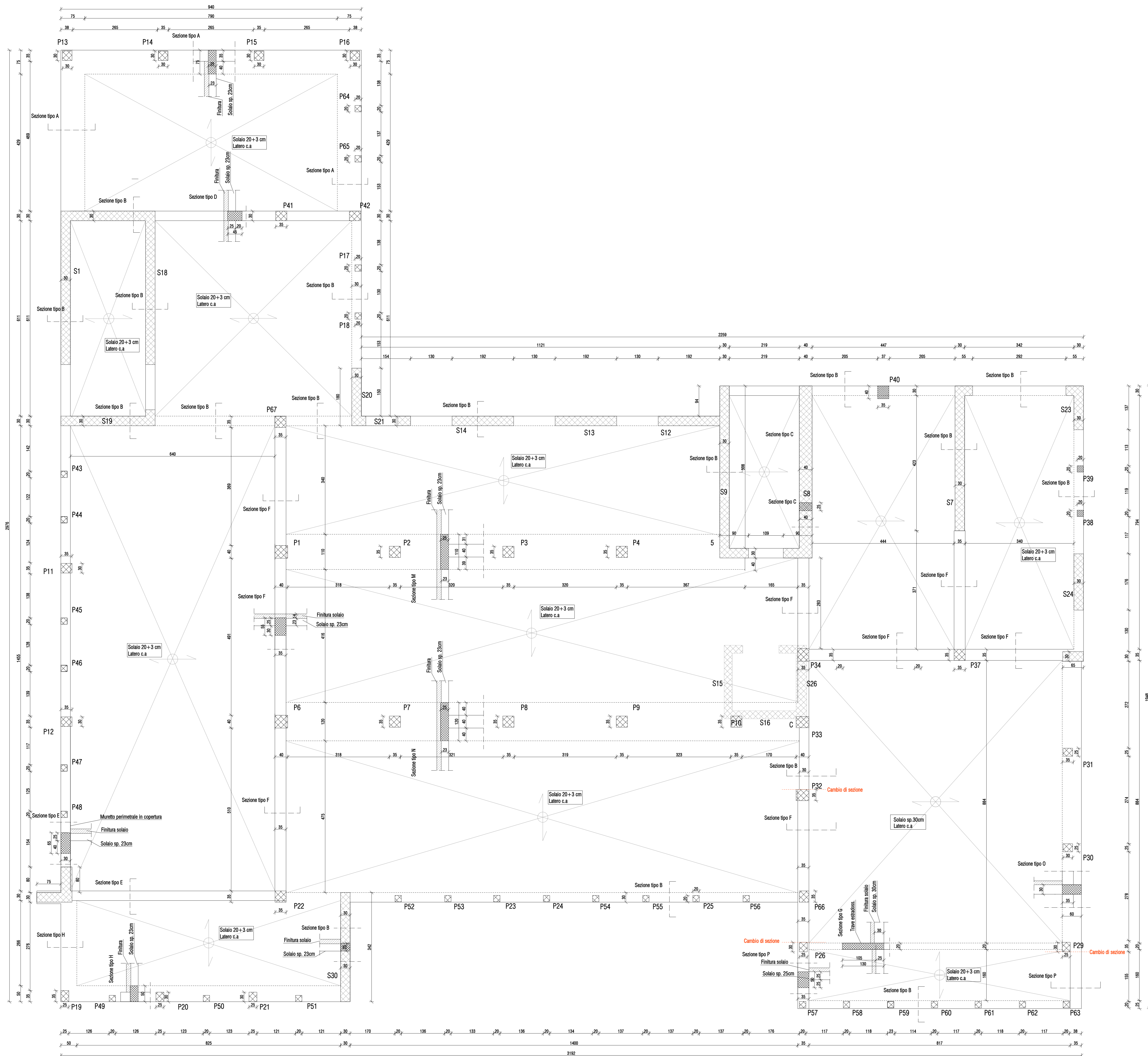
COMMITTENTE	
Comune di Concesio Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS	

ELABORATO	
PIANTA SECONDO IMPALCATO	

SCALA	LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1:50	1257	-	STR	11	00



COMUNE DI CONCESIO

MUNICIPIO DI CONCESIO  
Ampliamento e ristrutturazione  
EDIFICIO ESISTENTE

N. AGG.	DATA	REDATTO	APPROVATO	VERIFICATO	RAZIONE DELL'EMMISSIONE
00	22/10/2021	S.B.	S.T.	S.T.	Prima emissione

COMMITTENTE

Comune di Concesio  
Piazza Paolo VI, 1, 25062 Concesio BS

IL TECNICO  
Ing. Stefano Tortella - Ordine Ingegneri di Brescia - n. A3832  
Via Rodi, n. 01 - 25124 Brescia

ELABORATO  
PIANTA TERZO IMPALCATO

SCALA: 1:50	LAVORO	TIPOLOGIA	SETTORE	TAVOLA	AGGIORNAMENTO
1257	-	STR		12	00