



AGENZIA DEL DEMANIO

AGENZIA DEL DEMANIO

Direzione Regionale Calabria

PROGETTO
PRELIMINARE

PROGETTO
DEFINITIVO

PROGETTO
ESECUTIVO

OGGETTO: Progettazione definitiva ed esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, direzione lavori, contabilità dei lavori ed accatastamento, finalizzati al completamento ed all'ampliamento del polifunzionale "Manganelli" per la nuova sede del XII Reparto Mobile della Polizia di Stato, in Reggio Calabria, Località Santa Caterina.

UBICAZIONE: Località Santa Caterina - Reggio Calabria

COMMITTENTE: Agenzia del Demanio - Direzione Regionale Calabria

CODICE CIG: 7121966045

CODICE CUP: G36D17000050001

PROGETTO STRUTTURALE

REV.	DATA	MODIFICA	DISEGNATORE / COMPILATORE
00	26/11/2018	Prima Emissione	Ing. Mariano Salvatore
01	08/01/2019	Modifiche a seguito di verifica del RINA	VERIFICATO DA: Ing. Carlo Carletti
			APPROVATO DA: Arch. Valentino Tropeano

CODICE D'IDENTIFICAZIONE	ELABORATO :
05/17- PS.RT33/01	Edificio B Polifunzionale in acciaio ▪ Relazione sulle indagini

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Ing. Salvatore CONCETTINO

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE
Arch. Valentino TROPEANO

PROGETTISTA RESPONSABILE COORDINATORE	
<p>RESPONSABILI</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA Arch. Gianfranco PICARIELLO</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE STRUTTURALE Ing. Carlo CARLETTI</p> <p>RESPONSABILE INDAGINI GEOGNOSTICHE Geol. Carmine MAZZAROTTI</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI MECCANICI Ing. Bruno MATTIA</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI Ing. Mauro GUERRIERO</p> <p>RESPONSABILE PROGETTAZIONE SICUREZZA Arch. Patrizia GAMMA</p>	<p>Arch. Valentino TROPEANO</p> <p>GRUPPO DI LAVORO</p> <p>Ing. Antonio GRAZIANO Ing. Lella Liana IMBRIANI Ing. Mariano SALVATORE Ing. Domenico DE MATTIA Ing. Rosa LO PRIORE Arch. Ivan GUERRIERO Arch. Stanislao SACCARDO Geom. Gennarino IANDIORIO Geom. Franco IMBIMBO Per.Ind. Antonio FESTA</p> <p>CONSULENTI SCIENTIFICI</p> <p>Prof. Ing. Luigi PETTI Prof. Geol. Francesco Maria GUADAGNO</p>

COMUNE DI REGGIO DI CALABRIA

Località Santa Caterina

*Completamento ed Ampliamento del Polifunzionale Manganelli per la Nuova Sede
del XII reparto Mobile della Polizia di Stato in Reggio Calabria
Località Santa Caterina*

***RELAZIONE SULLE INDAGINI
EDIFICIO IN CARPENTERIA METALLICA***

Sommario

1. PREMESSA	3
2. DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE	3
3. PROGRAMMA DELLE INDAGINI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLA STRUTTURA	6
3.1 Geometria	8
3.2 Dettagli costruttivi	8
3.3 Proprietà dei materiali	11
3.3.1 Barre di armatura per c.a.	17
3.3.2 Calcestruzzo gettato in opera	17
3.4 Profilati in acciaio per carpenteria	20
3.5 Bulloni e Verifica Serraggio	21
3.6 Controllo saldature	22
3.7 Prove di carico su solai	22
3.8 Ulteriori Indagini	26
3.8.1 Indagini geognostiche e geotecniche	26
3.8.2 Indagini geofisiche	27

1. PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati delle verifiche svolte sull'edificio B polifunzionale Manganelli, sito in località Santa Caterina nel Comune di Reggio di Calabria.

La struttura, oggetto di verifica, come di seguito mostrato in figura, è parte di un complesso edificatorio che ospita gli uffici della Polizia di Stato, e risulta giuntata in elevazione ad un corpo completato, avente la stessa tipologia costruttiva e le fondazioni in comune.



In rosso la porzione del fabbricato sottoposta a verifica

La campagna di indagini, per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali in opera e dei dettagli costruttivi degli elementi principali, è stata originariamente definita con lo scopo di raggiungere un “livello di conoscenza LC2”, secondo quanto previsto al punto C8A.1.B della Circolare n° 617 del 2/02/2009 sulla base delle indagini già condotte e della documentazione progettuale disponibile.

2. DOCUMENTAZIONE DISPONIBILE

L'edificio, risalente agli inizi degli anni 90', nello stato attuale, è costituito da sette livelli fuori terra più il torrino scala, ed è realizzato con nuclei in c.a., con funzioni di collegamenti verticali (scale ed ascensori), mentre le parti restanti sono realizzate in carpenteria metallica ed orizzontamenti in predalles di 170x20cm.

Di seguito, si riporta l'elenco dei riferimenti inerenti alla documentazione grafica originaria di cui si è in possesso:

- B.S.01.4 *Fondazioni: carpenteria* rev. Aprile 1992;
- B.S.02.2 *Fondazioni: sezioni* rev. Aprile 1992;

- B.S.05.2 *Fondazioni: carpenteria parte 1 di 3* rev. Aprile 1992;
- B.S.06.2 *Fondazioni: carpenteria parte 2 di 3* rev. Aprile 1992;
- B.S.10.0 *Posizionamento piastre e dettagli* rev. Giugno 1992;
- B.S.12.1 *Armatura plinto tipo "A", Armatura strato inferiore e a quota (46.32)* rev. Aprile 1992;
- B.S.13.1 *Plinto tipo "A", Armatura strato intermedio superiore, Armatura di spiccato* rev. Aprile 1992;
- B.S.14.1 *Plinto tipo "B", Armatura 1° e 2° strato inferiore e pareti laterali* rev. Aprile 1992;
- B.S.15.1 *Plinto tipo "B", Armatura a quota (45.22)* rev. Aprile 1992;
- B.S.16.1 *Plinto tipo "B", Armatura inferiore* rev. Aprile 1992;
- B.S.17.1 *Plinto tipo "B", Armatura superiore* rev. Aprile 1992;
- B.S.18.3 *Plinto tipo "B", Armatura di spiccato* rev. Aprile 1992;
- B.S.19.1 *Plinto tipo "C", Armatura strato inferiore e a quota (43.70)* rev. Aprile 1992;
- B.S.20.1 *Plinto tipo "B", Armatura strato intermedio superiore, Armatura di spiccato* rev. Aprile 1992
- B.S.21.1 *Armatura travi di fondazione tipo "1" - "2" - "3" - "4"* rev. Aprile 1992;
- B.S.22.1 *Armatura travi di fondazione tipo "5" - "6" - "7" - "8"* rev. Giugno 1992;
- B.S.23.0 *Travi di fondazione tipo "9" - "10" - "11" - "12"* rev. Giugno 1992;
- B.S.24.1 *Armatura travi di fondazione tipo "13" - "14" - "15"* rev. Giugno 1992;
- B.S.26.3 *Carpenteria metallica a quota acciaio (49.82), (53.90), (54.00)* rev. Settembre 1992;
- B.S.27.2 *Carpenteria metallica a quota acciaio (57.98), (58.08)* rev. Settembre 1992;
- B.S.28.1 *Carpenteria metallica a quota acciaio (61.38)* rev. Settembre 1993;
- B.S.28.1 *Carpenteria metallica a quota acciaio (61.38)* rev. Settembre 1993;
- B.S.30.1 *Carpenteria metallica a quota acciaio (68.18)* rev. Settembre 1992;
- B.S.31.1 *Carpenteria metallica a quota acciaio (71.58)* rev. Settembre 1992;
- B.S.32.0 *Carpenteria metallica a quota acciaio (74.98)* rev. Gennaio 1994;

- B.S.50.0 *Carpenteria piante setti scale sul plinto "A" (61.38) rev. Settembre 1992;*
- B.S.51.0 *Carpenteria sezioni setti scale sul plinto "A" rev. Settembre 1992;*
- B.S.52.0 *Armature piante setti scale sul plinto "A" rev. Settembre 1992;*
- B.S.53.0 *Armature viste "1" – "2" - "3" - "4", setti scale su plinto "A" rev. Settembre 1992;*
- B.S.54.0 *Armature viste "5" – "6" - "7", setti scale su plinto "A" rev. Settembre 1992;*
- B.S.55.0 *Armature rampe scale su plinto A rev. Settembre 1992;*
- B.S.56.0 *Carpenteria piante setti scale su plinto "C" rev. Settembre 1992;*
- B.S.57.0 *Carpenteria sezioni setti scale su plinto "C" rev. Settembre 1992;*
- B.S.58.0 *Armatura piante setti scale su plinto "C" rev. Settembre 1992;*
- B.S.59.1 *Armature viste "1" – "2" - "3", setti scale su plinto "C" rev. Settembre 1992;*
- B.S.60.1 *Armature viste "4" – "5" - "6" - "7", setti scale su plinto "C" rev. Settembre 1992;*
- B.S.61.0 *Armatura rampe scala su plinto "C" rev. Settembre 1992;*
- B.S.62.0 *Carpenteria piante setti scala picchetti 12-13-14-16 fili "C" e "D" rev. Gennaio 1993;*
- B.S.64.0 *Armature piante setti scala picchetti 12-13-14-16 fili "C" e "D" rev. Gennaio 1993;*
- B.S.67.0 *Armatura rampe scala picchetti 12-13-14-16 fili "C" e "D", picchetti 17-18 fili "E" ed "I" rev. Gennaio 1993;*
- B.S.70.1 *Carpenteria piante setti scala picchetti 17-18 fili "E" e "I" rev. Gennaio 1993;*
- B.S.71.1 *Armature piante setti scala picchetti 17-18 fili "E" e "I" rev. Gennaio 1993;*
- B.S.72.1 *Carpenteria e armatura setti ascensore rev. Gennaio 1993;*
- B.S.73.0 *Carpenteria e Armatura setto picchetto 20 filo "A" rev. Gennaio 1993;*
- B.S.74.0 *Nucleo scala picchetti 12-13-14-16 fili "C" e "D" armature setti vista "I" rev. Marzo 1993;*
- B.S.115.0 *Distinta di officina colonne tipo "C19" – "C20" rev. Luglio 1993;*
- B.S.116.1 *Distinta di officina colonne tipo "C21" – "C22" – "C23" rev. Luglio 1993;*

- B.S.117.0 *Distinta di officina colonne tipo "C24" – "C25" rev. Luglio 1993;*
- B.S.118.0 *Distinta di officina travi orditura principale quota (68.18) / (71.58), travi tipo "T31", "T32", "T33", "T34", "T35", "T36", "T37", "T38" rev. Luglio 1993;*
- B.S.119.0 *Distinta di officina travi orditura principale quota (68.18) / (71.58), travi tipo "T39", "T40", "T41", "T42", "T43", "T44", "T45", "T46" rev. Luglio 1993;*
- B.S.120.0 *Distinta di officina travetti orditura secondaria quota (68.18) / (71.58), travetti tipo "TR13", "TR14", "TR15", "T16", "T17", componenti per travetti rev. Luglio 1993;*
- B.S.121.0 *Distinta di officina colonne tipo "C20" e "C21" rev. Novembre 1993;*
- B.S.122.0 *Distinta di officina travi appendice a quota (54.00) / (58.08), travi tipo "T60", "T61", "T70", "T71", "T72", "T73", "T74", rev. Novembre 1993;*
- B.S.123.0 *Distinta di officina colonne tipo "C26", "C27", "C28" rev. Gennaio 1994;*
- B.S.124.0 *Distinta di officina colonne tipo "C29", "C30" rev. Gennaio 1994;*
- B.S.125.0 *Distinta di officina colonne tipo "C31", "C32" rev. Gennaio 1994;*
- B.S.126.0 *Distinta di officina travi orditura principale a quota (74.98), travi tipo "T47", "T48", "T49", "T50", "T51", "T52", "T53", "T54" rev. Gennaio 1994.*

Sono altresì presenti i certificati allegati alla relazione di collaudo originaria, 1993-1997. Infine, sono disponibili le informazioni raccolte dalla campagna di indagini condotta e descritta nei seguenti rapporti di prova:

- Rapporto di prova *Indagini strutturali fabbricato in acciaio e c.a. redatto da C.M.G. Testing srl PROT.N. PS/049/18 (ID 1557);*
- Rapporto di prova *Indagini strutturali fabbricato in acciaio e c.a. redatto da C.M.G. Testing srl PROT.N. PS/244/18 (ID 1557).*

3. PROGRAMMA DELLE INDAGINI PER L'IDENTIFICAZIONE DELLA STRUTTURA

Nel caso dell'edificio oggetto di verifica è stato predisposto, come detto, in accordo con la committenza un piano preliminare di indagini atto a garantire un livello di conoscenza adeguato (LC2) secondo quanto previsto al punto C8A.1.B della Circolare n° 617 del 2/02/2009.

Gli aspetti che definiscono il livello di conoscenza sono:

- la *geometria*, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali;

- i *dettagli costruttivi*, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti;
- i *materiali*, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

La valutazione della sicurezza nel caso di conoscenza adeguata viene in genere eseguita mediante metodi di analisi lineare statici o dinamici. La relazione tra livelli di conoscenza, metodi di analisi e fattori di confidenza è illustrata nella Tabella di seguito riportata in funzione delle informazioni disponibili (Tabella C8A.1.1 Circolare n° 617 del 2/02/2009):

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1		Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

Ai fini della definizione del numero minimo di prove da condurre si è fatto riferimento alla Tabella C8A.1.3a Circolare n° 617 del 2/02/2009 di seguito riportata:

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) ¹ (b)(c)
Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)		
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

A tal proposito si evidenzia, inoltre, che la struttura è realizzata con elementi gettati in opera e elementi prefabbricati (lastre tralicciate in calcestruzzo per i solai) o preassemblati (carpenteria metallica). Pertanto, considerati i controlli di accettazione già effettuati per la messa in opera e le verifiche di collaudo, si

ritiene necessario procedere soprattutto all'approfondimento delle caratteristiche dei calcestruzzi posti in opera.

3.1 Geometria

Per l'edificio oggetto di verifica, la *geometria* è nota in base alla documentazione progettuale originaria disponibile.

In fase di indagini è stata, pertanto, condotta una campagna di verifica a campione dei dettagli, delle geometrie e delle tipologie messe in opera per mezzo di misure dirette in sito. A tal proposito si evidenzia che lo stato di fatto, struttura nuda, ha permesso un controllo più che esaustivo.

Per ogni livello sono state controllate, come di seguito rappresentato in sintesi, le dimensioni degli elementi strutturali e la geometria complessiva delle strutture.



Vista del nucleo in calcestruzzo e del telaio in acciaio

I rilievi condotti in sito, in corrispondenza di ogni livello, confermano nella sostanza le dimensioni riscontrate da progetto.

3.2 Dettagli costruttivi

Per l'edificio oggetto di verifica, come detto, i *dettagli costruttivi* sono valutati controllando la rispondenza dei dettagli costruttivi al progetto originario ed allo stato di fatto mediante l'ausilio di indagini e ispezioni dirette. A tal proposito si evidenzia che lo stato di fatto, struttura nuda, ha permesso un controllo più che esaustivo.

Per ogni livello sono state controllati, come di seguito rappresentato in sintesi, i seguenti aspetti:

- Dettagli costruttivi c.a. anche a mezzo di spicconature;
- Dettagli costruttivi carpenteria metallica;
- Dettagli attacco travi in acciaio/pareti in c.a.;
- Dettagli costruttivi e dimensioni fondazioni.



Esempio di prelievo barre d'armatura e controllo dimensioni



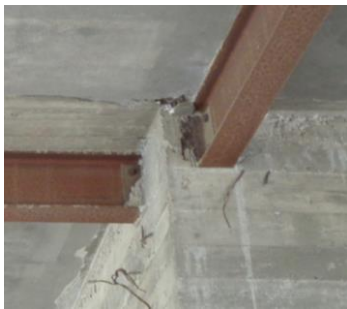
Esempio di prelievo di carote di calcestruzzo in elevazione ed in fondazione



Esempi dei dettagli costruttivi dei nodi e delle connessioni



Esempi di controllo dei dettagli costruttivi e misure



Esempi di controllo dei dettagli costruttivi e misure attacco travi in acciaio/pareti in c.a.



Esempi scavo e controllo delle dimensioni degli elementi in fondazione

3.3 Proprietà dei materiali

Per quanto attiene alle *proprietà dei materiali*, le verifiche dello stato di fatto sono state condotte adottando i risultati delle prove dirette in-situ (punto C8A.1.B.3 della Circolare n°617/2009).

Di seguito l'elenco dei riferimenti inerenti i documenti di prova disponibili.

Prove eseguite in situ ai fini delle verifiche:

- Rapporto di prova *Indagini strutturali fabbricato in acciaio e c.a. redatto da C.M.G. Testing srl PROT.N. PS/049/18 (ID 1557);*
- Rapporto di prova *Indagini strutturali fabbricato in acciaio e c.a. redatto da C.M.G. Testing srl PROT.N. PS/244/18 (ID 1557);*










Certificati di prova disponibili dal collaudo:

- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 2440 R.R. N. 3715 del 20/10/93 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 2441 R.R. N. 3715 del 20/10/93 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 2442 R.R. N. 3715 del 20/10/93 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 2443 R.R. N. 3715 del 20/10/93 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 2444 R.R. N. 3715 del 20/10/93 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 3122 R.R. N. 4089 del 29/06/94 redatto da TECNO SUD;*

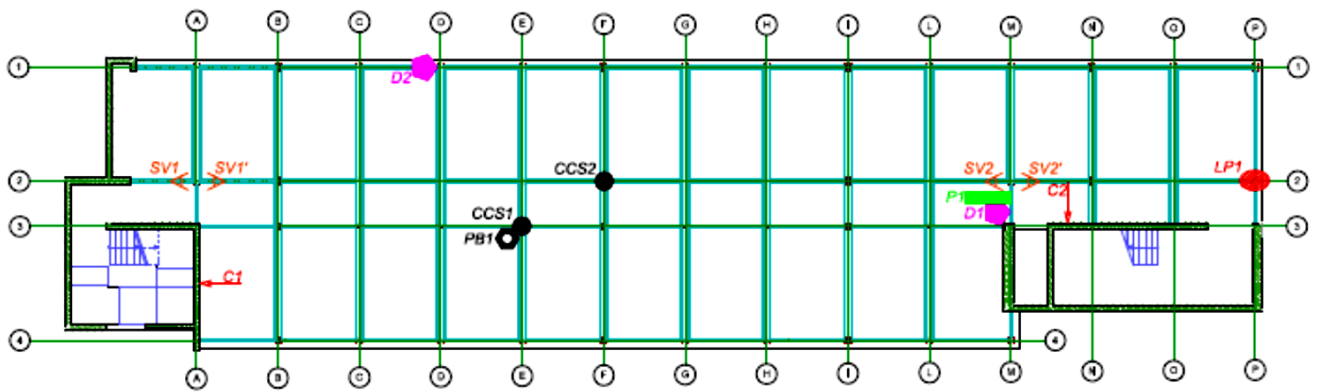
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 3123 R.R. N. 4089 del 29/06/94 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 3124 R.R. N. 4089 del 24/06/94 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *n° 3128 R.R. N. 004022 del 12/05/94 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *n° 3129 R.R. N. 004022 del 12/05/94 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *n° 3130 R.R. N. 004022 del 12/05/94 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *n° 4793 R.R. N. 004110 del 04/11/96 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 4771 R.R. N. 5330 del 25/10/96 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 4772 R.R. N. 5330 del 18/10/96 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *prove di compressione su calcestruzzi n° 4773 R.R. N. 5330 del 18/10/96 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *n° 5018 R.R. N. 005498 del 07/01/97 redatto da TECNO SUD;*
- Certificato originale di analisi *n° 5345 R.R. N. 005685 del 12/03/97 redatto da TECNO SUD*

Al fine di una chiara localizzazione delle indagini condotte, si riportano di seguito i principali estratti dei rapporti di prova, redatti dalla C.M.G. Testing srl:

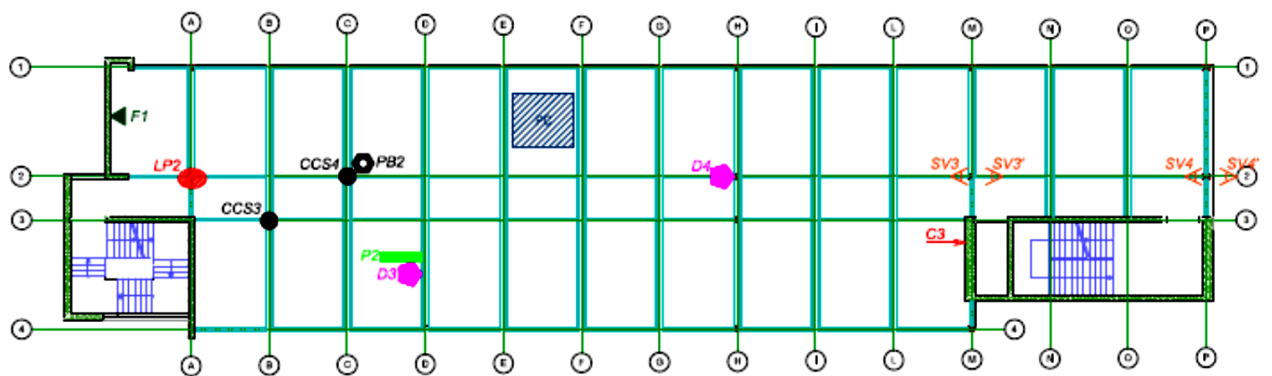
- Rapporto di prova *PROT.N. PS/049/18 (ID 1557);*

LEGENDA:			
	C1 Carotaggi		PB1 Prelievo Bulloni
	PC Prova di carico su solaio		CCS1 Controllo Coppia di Serraggio Bulloni
	F1 Prelievo Barre		D1 Prove Durometriche
	P1 Prelievo provino scottio in carpenteria metallica		SV1 Saggi Visivi sulle Saldature
			LP1 Controlli saldature con Liquidi Penetranti

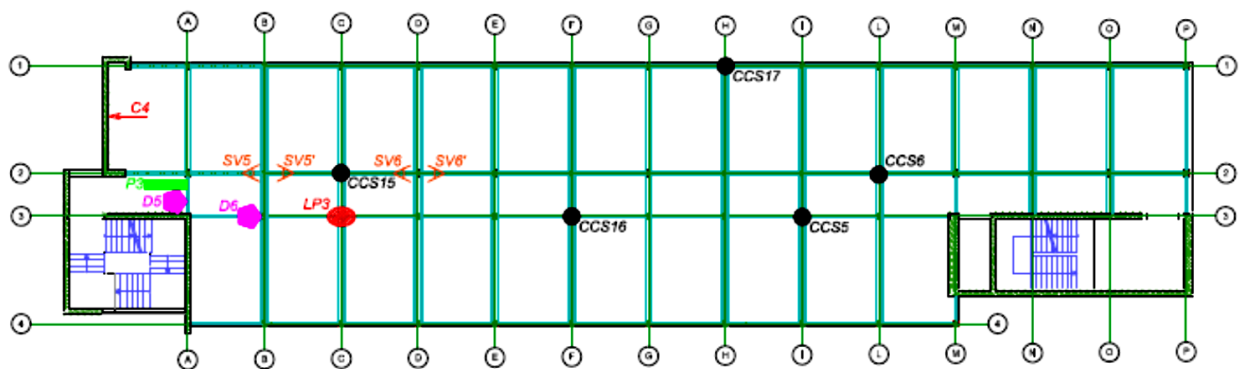
PIANTA PIANO TERRA



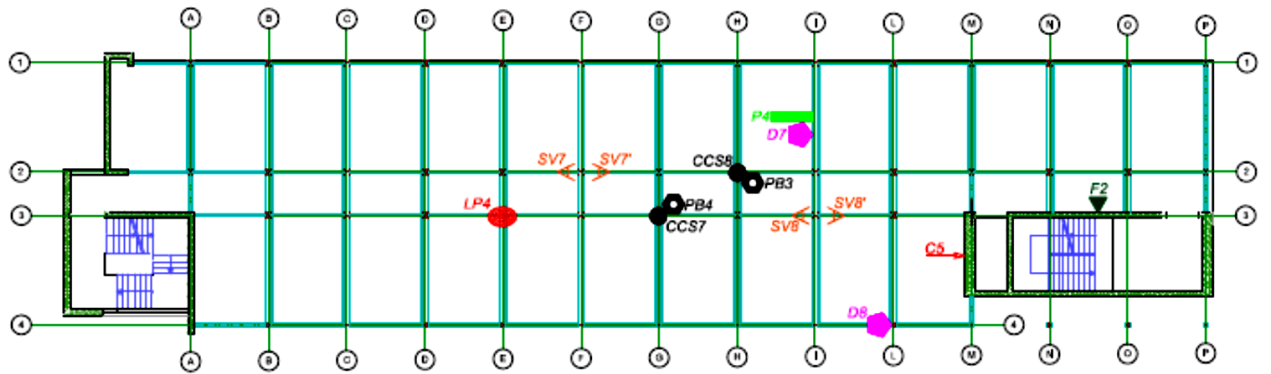
PIANTA PIANO PRIMO



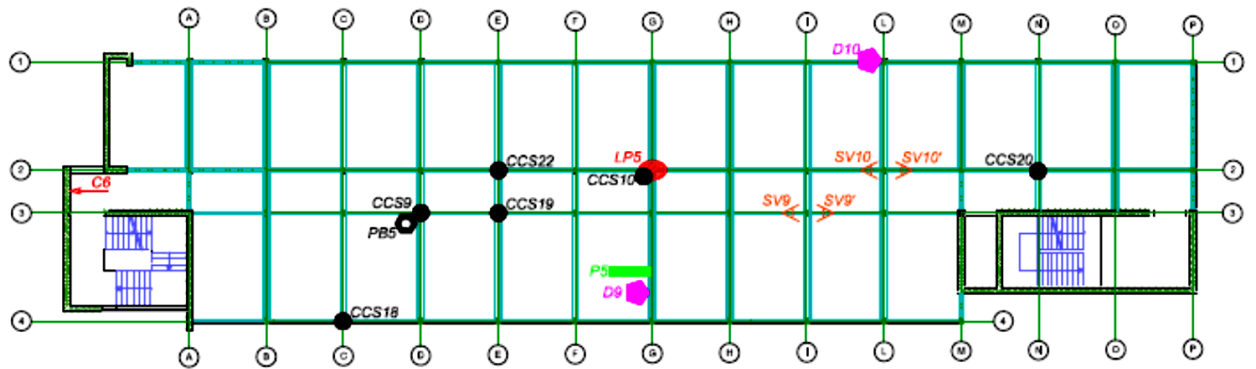
PIANTA PIANO SECONDO



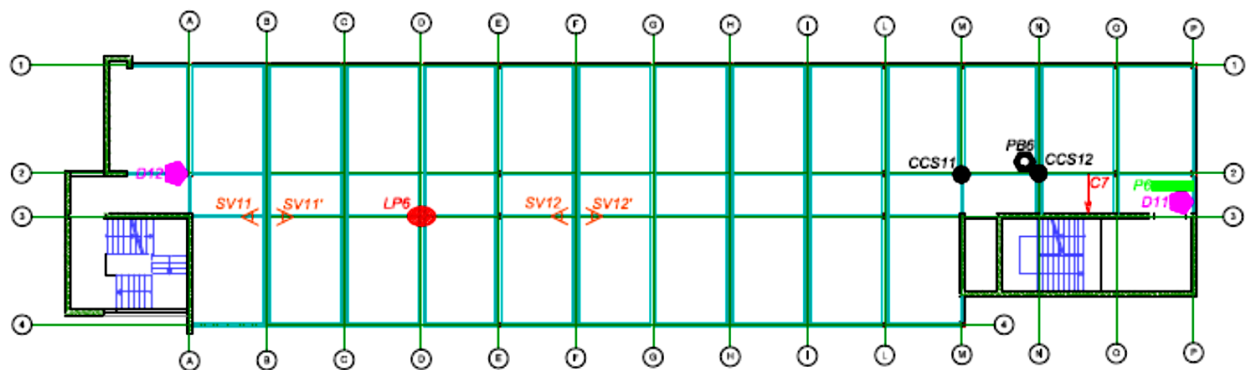
PIANTA PIANO TERZO



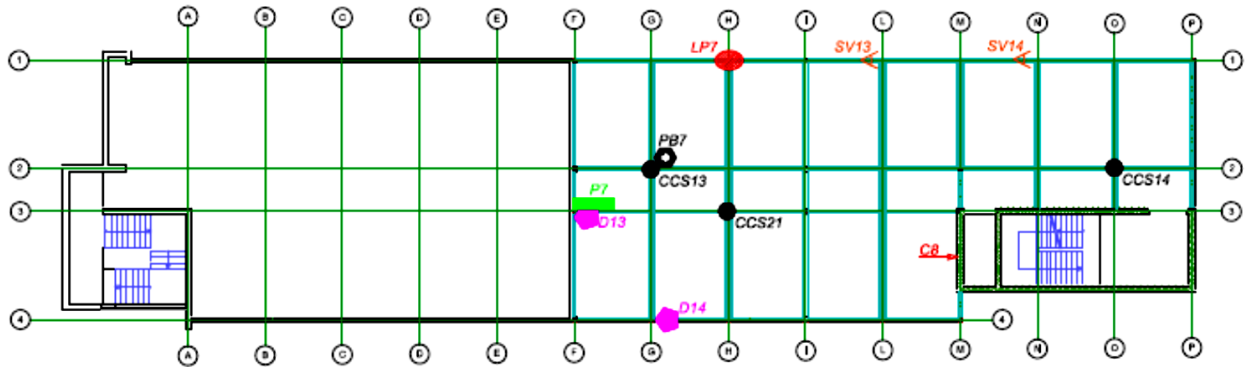
PIANTA PIANO QUARTO



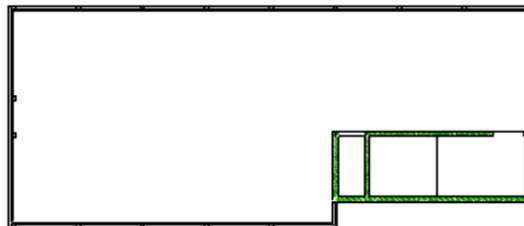
PIANTA PIANO QUINTO



PIANTA PIANO SESTO



PIANTA PIANO SETTIMO



- Rapporto di prova *PROT.N. PS/244/18 (ID 1557)*;



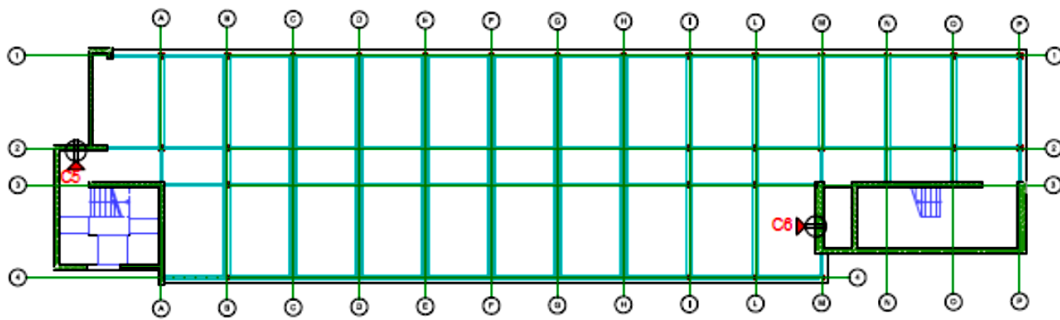
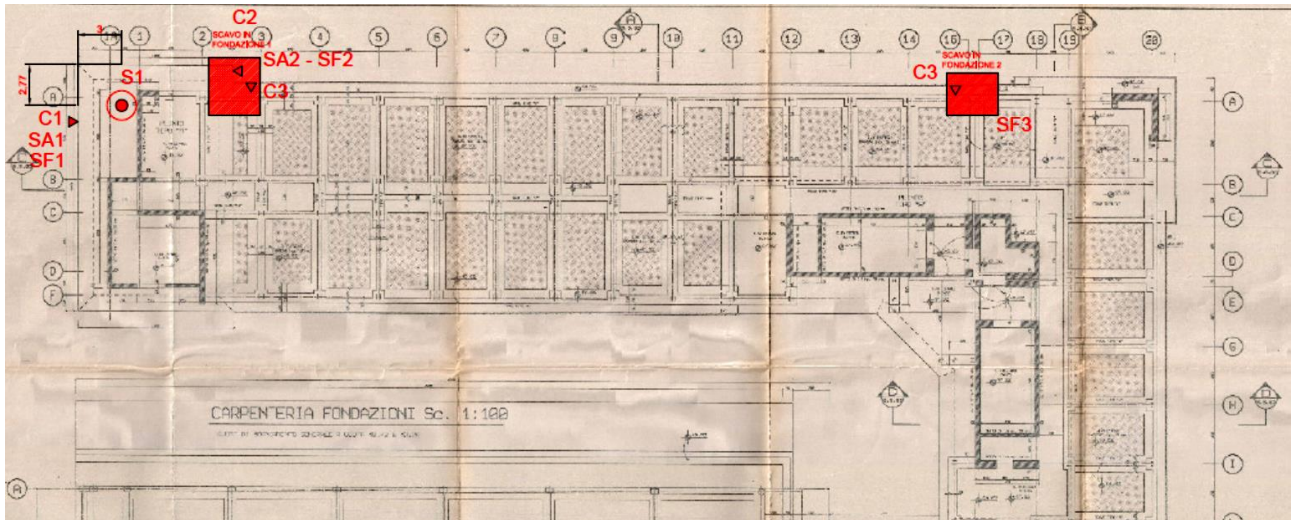
CAROTAGGIO FINO ALLA PROFONDITA' DEL PIANO DI POSA DELLE FONDAZIONI (-3.00m)



SCAVO IN FONDAZIONE:
 1 - attacco fondazione trave rovescia con zatterone
 2 - verifica continuità della fondazione nella zona in cui è presente in elevazione il doppio pilastro



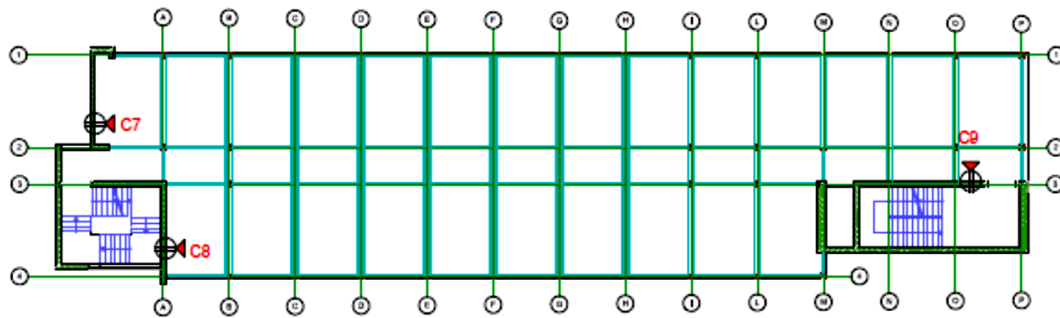
CAROTAGGIO compreso di ripristino e prova di carbonatazione (CMG Testing)



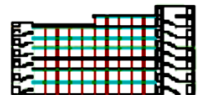
PIANTA PIANO TERRA

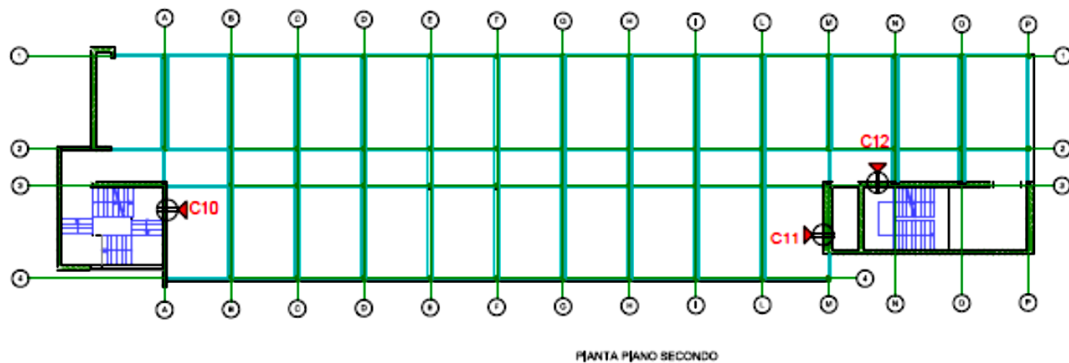
PLANIMETRIA CON LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI SUI MATERIALI EFFETTUATE IN SITO

TIPO DI PROVA	
Carotaggio	



PIANTA PIANO PRIMO





PLANIMETRIA CON LOCALIZZAZIONE DELLE INDAGINI SUI MATERIALI EFFETTUATE IN SITO

TIPO DI PROVA	
Carotaggio	

3.3.1 Barre di armatura per c.a.

Come detto, per l'edificio in oggetto, sono disponibili i rapporti di prova *PROT.N. PS/049/18 (ID 1557)* e *PROT.N. PS/244/18 (ID 1557)* ed i certificati originali di collaudo redatti dalla Tecno Sud (1993/1997);

Dai rapporti di prova, per quanto attiene alle barre di armatura, emerge che sono stati utilizzati i seguenti materiali:

Sigla	Data Prelievo	Posizione in opera	Diametro (mm)	Fy (N/mmq)	Ft (N/mmq)	Agt
F1	28/02/2018	Setto scala laterale - Primo Piano	23,8	481.80	705.60	25.90
F2	28/02/2018	Setto scala laterale - Piano Terzo	12,2	508.60	748.60	12.20

Ai fini delle verifiche, considerate le qualità degli acciai accertati in opera e la congruenza degli stessi con i certificati allegati alla relazione di collaudo, si adotta una resistenza corrispondente alla qualità B450C.

3.3.2 Calcestruzzo gettato in opera

Il progetto prevede, oltre alla verifica, l'adeguamento sismico del fabbricato mediante demolizione dei quattro livelli superiori.

Pertanto, ai fini dell'accertamento delle caratteristiche dei calcestruzzi in opera, si è ritenuto necessario procedere all'accertamento delle caratteristiche di resistenza a compressione dei calcestruzzi con un approfondimento maggiore ai primi tre livelli dell'edificio (rapporti di prova *PROT.N. PS/049/18 (ID 1557)* e *PROT.N. PS/244/18 (ID 1557)*).

Di seguito si riportano sinteticamente le caratteristiche di resistenza a compressione accertate:

Sigla	Data Prelievo	Posizione in opera	fc (N/mm ²)	Tipo rottura (S/SN)
C1"-PF	27/09/2018	Fondazione a zattera lato NORD - Corpo scale	30,52	S
C2"-PF	27/09/2018	Fondazione a zattera lato NORD - Corpo scale	22,76	S
C3"-PF	27/09/2018	Fondazione a trave rovescia lato EST - Edificio	22,93	S
C4"-PF	27/09/2018	Fondazione a trave rovescia lato EST - Edificio	24,85	S
C5"-PT	26/09/2018	Parete corpo scale lato NORD - Piano Terra	26,34	S
C6"-PT	26/09/2018	Parete corpo scale centrale - Piano Terra	30,65	S
C1	26/02/2018	Setto scala laterale - P. Terra	19,31	S
C2	26/02/2018	Setto scala centrale - P. Terra	19,07	S
C3	27/02/2018	Setto vano ascensore - P. Piano	19,46	S
C7"-1°P	26/09/2018	Parete corpo scale lato NORD - Piano Primo	20,87	S
C8"-1°P	26/09/2018	Parete corpo scale lato NORD - Piano Primo	26,16	S
C9"-1°P	26/09/2018	Corpo scale centrale - Primo Piano	27,07	S
C4	27/02/2018	Setto vano ascensore - P. Secondo	19,38	S
C10"-2°P	26/09/2018	Parete corpo scale lato NORD - Piano Secondo	20,83	S
C11"-2°P	26/09/2018	Parete corpo scala centrale - Piano Secondo	28,56	S
C12"-2°P	26/09/2018	Parete corpo scala centrale - Piano Secondo	33,98	S
C5	27/02/2018	Setto vano ascensore - P. Terzo	20,70	S
C6	27/02/2018	Setto scala laterale - P. Quarto	19,32	S
C7	27/02/2018	Setto scala centrale - P. Quinto	18,56	S
C8	27/02/2018	Setto vano ascensore - P. Sesto	19,5	S

Considerando il complesso dei livelli costituenti l'edificio, sono stati calcolati il valore medio di resistenza a compressione, lo scarto quadratico medio ed il coefficiente di variazione:

Media	Scarto	CV
23,54	4,68	0,20

Tenuto conto del valore elevato del coefficiente di variazione, sono stati calcolati i suddetti parametri per ciascun livello:

- Fondazione

Posizione in opera	fc (N/mm ²)	Tipo rottura (S/SN)	Media	Scarto	CV
Fondazione a zattera lato NORD - Corpo scale	30,52	S	25,27	3,63	0,14
Fondazione a zattera lato NORD - Corpo scale	22,76	S			
Fondazione a trave rovescia lato EST - Edificio	22,93	S			
Fondazione a trave rovescia lato EST - Edificio	24,85	S			

- Piano Terra

Posizione in opera	fc (N/mm ²)	Tipo rottura (S/SN)	Media	Scarto	CV
Parete corpo scale lato NORD - Piano Terra	26,34	S	23,84	5,65	0,24
Parete corpo scale centrale - Piano Terra	30,65	S			
Setto scala laterale - P. Terra	19,31	S			
Setto scala centrale - P. Terra	19,07	S			

- Primo Piano

Posizione in opera	f_c (N/mm ²)	Tipo rottura (S/SN)	Media	Scarto	CV
Setto vano ascensore - P. Piano	19,46	S	23,39	3,79	0,16
Parete corpo scale lato NORD - Piano Primo	20,87	S			
Parete corpo scale lato NORD - Piano Primo	26,16	S			
Corpo scale centrale - Primo Piano	27,07	S			

- Secondo Piano

Posizione in opera	f_c (N/mm ²)	Tipo rottura (S/SN)	Media	Scarto	CV
Setto vano ascensore - P. Secondo	19,38	S	25,69	6,84	0,27
Parete corpo scale lato NORD - Piano Secondo	20,83	S			
Parete corpo scala centrale - Piano Secondo	28,56	S			
Parete corpo scala centrale - Piano Secondo	33,98	S			

Come si osserva dai risultati ottenuti, i coefficienti di variazione (CV) sono prossimi al limite di accettabilità di 0,20 (EN 1990, Eurocodice 0) ed in alcuni casi (Piano Terra e Secondo Piano) maggiore.

Sulla base dei risultati ottenuti dal complesso delle prove, riducendo la resistenza a compressione media (23,54 N/mm²) del fattore di confidenza pari a 1,20 (Livello di Conoscenza LC2) si ottiene:

$$f_{cd} = (23,54/1,20) = 19,62 \text{ N/mm}^2$$

Valutando, invece, la resistenza caratteristica a compressione secondo quanto indicato nelle NTC 2018 si ottiene:

$$f_{ck} = 23,54 - 1,64 \cdot 4,68 = 15,86 \text{ N/mm}^2$$

Come si osserva, a causa della particolare dispersione delle resistenze, il valore caratteristico della resistenza risulta molto più basso di quello normativamente ammissibile ai fini delle verifiche delle condizioni di fatto.

Ripetendo il procedimento contemplando le resistenze ottenute per i soli primi tre livelli, si perviene a:

Media	Scarto	CV
24,32	4,66	0,19

$$f_{cd} = 20,27 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 16,68 \text{ N/mm}^2$$

Anche in tal caso, si osserva la discrepanza tra f_{ck} e f_{cd} .

Pertanto a vantaggio di sicurezza, nei modelli di calcolo si considera un calcestruzzo descritto da una resistenza media, scontata del fattore di conoscenza $FC=1,2$, pari a:

$$f_{cm}/FC = 16 \text{ N/mm}^2$$

Tale valore di resistenza, corrisponde numericamente al valore della resistenza caratteristica di un calcestruzzo di classe C16/20.

3.4 Profilati in acciaio per carpenteria

Come detto, per l'edificio in oggetto, sono disponibili i rapporti di prova PROT.N. PS/049/18 (ID 1557) e PROT.N. PS/244/18 (ID 1557) ed i certificati originali di collaudo redatti dalla Tecno Sud (1993/1997).

Di seguito si riportano i principali risultati dei profilati prelevati:

Sigla	Larghezza (mm)	Spessore (mm)	f_y (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	Allungamento (%)
P1	24.74	9.56	364.40	495.40	27.50
P2	24.78	7.73	388.00	498.10	25.90
P3	25.13	8.80	332.90	486.00	30.90
P4	24.82	8.15	362.90	479.10	27.50
P5	25.12	8.32	342.80	460.80	29.30
P6	24.98	9.21	358.90	484.40	25.60
P7	25.10	9.88	313.00	474.90	27.70

Successivamente, sono stati calcolati il valore medio, lo scarto quadratico medio ed il coefficiente di variazione delle tensioni di snervamento (f_y):

Media	Scarto	CV
351,4	24,5	0,07

Tali indagini sono state ampliate con verifiche non distruttive microdurometriche. Di seguito si riportano i principali risultati (indice di durezza secondo la scala Vickers (HV) ottenuti:

Sigla	Tipologia	Indice HV
D1	IPE240	130
D2	HEB240	131
D3	UPN140	121
D4	HEB280	109
D5	IPE240	126
D6	HEB240	109
D7	UPN140	110
D8	HEB240	116
D9	UPN140	117
D10	HEB240	121
D11	IPE240	116
D12	HEB240	128
D13	HEA200	127
D14	HEA200	129

I risultati evidenziano, pertanto, una sostanziale omogeneità delle caratteristiche meccaniche dei materiali in opera.

Ai fini delle verifiche, tenuto conto del Livello di Conoscenza LC2 adottato, si dovrebbe pertanto utilizzare un valore della resistenza pari a:

$$f_{yd} = (351,4/1,20) = 292,83 \text{ N/mm}^2$$

Pur tuttavia, in considerazione della destinazione d'uso che l'edificio adeguato dovrà avere, si ritiene considerare, a vantaggio di sicurezza, nei modelli di calcolo le caratteristiche corrispondenti ad un acciaio tipo S275, cui corrisponde:

$$f_{yd} = 275 \text{ N/mm}^2$$

3.5 Bulloni e Verifica Serraggio

Le informazioni contenute nel rapporto di prova PROT.N. PS/049/18 (ID 1557) della C.M.G. Testing srl risultano congruenti a quelle dei certificati originali di collaudo redatti dalla Tecno Sud (1993/1997).

Di seguito si riportano i principali risultati ottenuti dai bulloni prelevati:

Sigla	Tipologie viste	Sezione resistente (mmq)	Snervamento (N/mmq)	Resistenza a trazione (N/mmq)	Allungamento dopo rottura (%)
B1	M12 C8.8	84,3	818,1	907,5	8,6
B2	M12 C8.8	84,3	824,3	899,1	8,2
B3	M12 C8.8	84,3	823,7	893,5	16,2
B4	M12 C8.8	84,3	838,8	924,8	15,8
B5	M16 C8.8	157	788,9	880,2	16,8
B6	M16 C8.8	157	776,3	876,1	17,8
B7	M16 C8.8	157	781,8	881,9	18,8

Si rimanda al suddetto rapporto di prova per la lettura dei risultati delle prove di serraggio eseguite sui 22 bulloni saggiati.

3.6 Controllo saldature

Dai controlli effettuati in situ sulle saldature (14 visivi e 7 con soluzione liquida penetrante) da parte della C.M.G. Testing srl, di cui si rimanda al rapporto di prova PS/049/18 per ulteriori dettagli, non si evincono *cricche, cavità, inclusioni solide ne difetti di forma e dimensione*. In sintesi i risultati dei controlli con soluzione liquida penetrante:

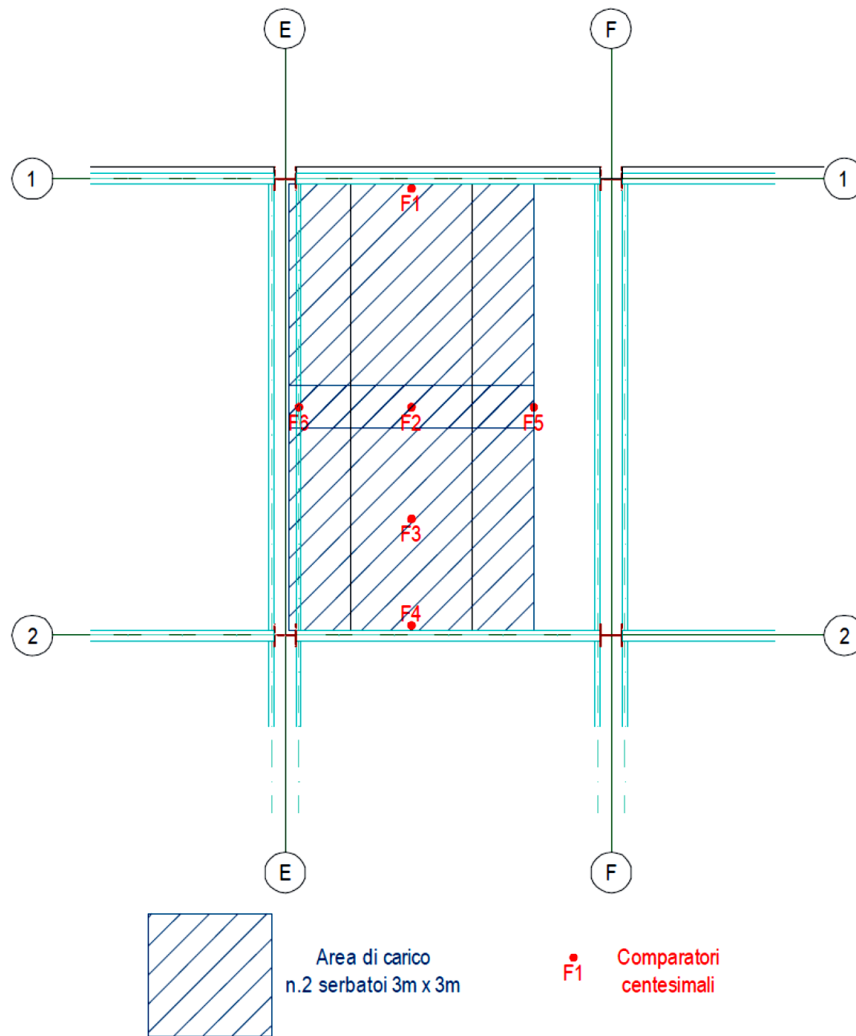
Sigla	Esito
LP1	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2
LP2	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2
LP3	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2
LP4	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2
LP5	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2
LP6	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2
LP7	Nessun difetto – Accettabile - UNI EN 1289/2006 Livello 2

3.7 Prove di carico su solai

Nella campagna di indagine del marzo 2018 (rapporto di prova *Prove di carico statico su solai PROT. N. 049/18 (ID 1557)*, C.M.G. Testing s.r.l.), è stata eseguita una prova di carico su solaio. In particolare la prova ha interessato una porzione di solaio in c.a. sottoposta ad carico pari a 750 daN/m² (apponendo e successivamente riempiendo d'acqua n. 2 serbatoi flessibili/gommoni di dimensioni in pianta 3.00x3.00 ml).

Di seguito lo schema di prova:

SCHEMA di PROVA



Il carico massimo di prova è stato raggiunto effettuando i seguenti schemi intermedi:

- 1° Schema: cm 15 di acqua nei gommoni pari a 150 daN/mq;
- 2° Schema: cm 30 di acqua nel gommone pari a 300 daN/mq;
- 3° Schema: cm 45 di acqua nel gommone pari a 450 daN/mq;
- 4° Schema: cm 60 di acqua nel gommone pari a 600 daN/mq;
- 5° Schema: cm 75 di acqua nel gommone pari a 750 daN/mq;

Per la misura degli spostamenti indotti dai carichi sono stati utilizzati n. 6 comparatori centesimali disposti sotto la struttura (collegati ad essa mediante un filo di acciaio INVAR), e distribuiti come segue:

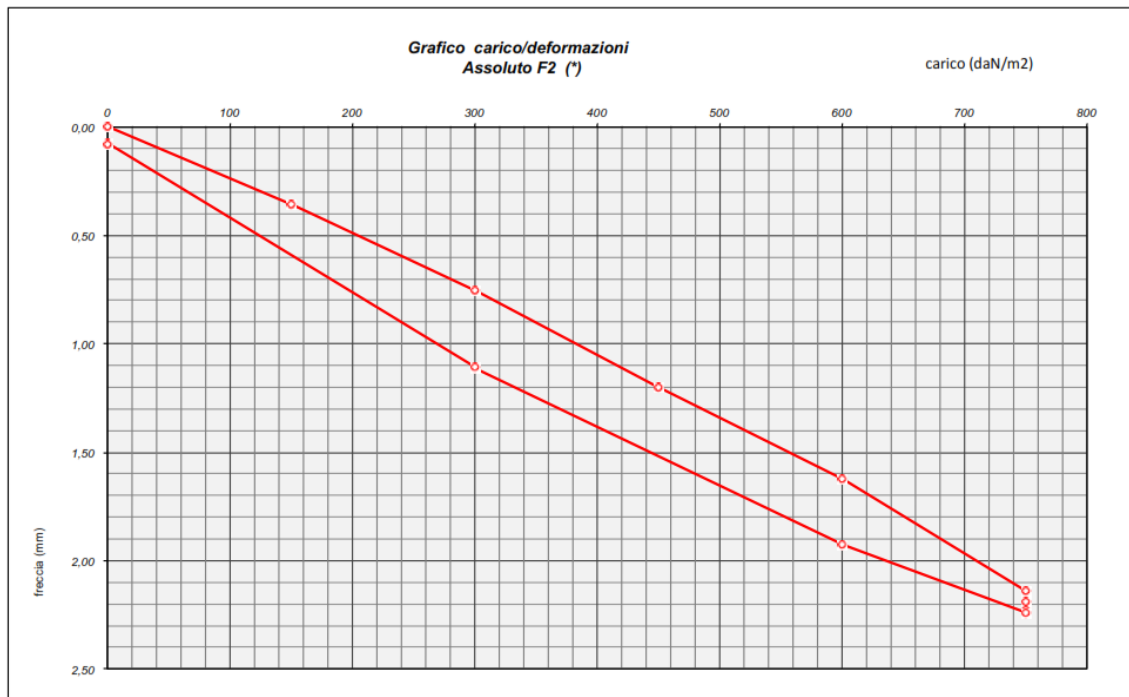
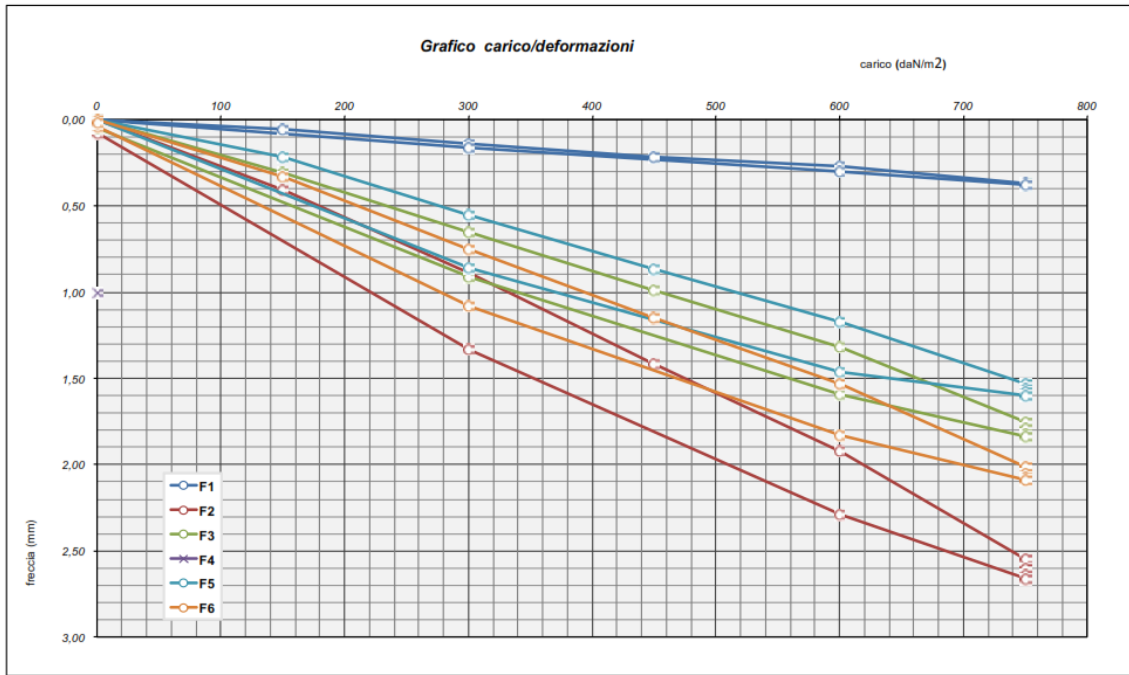
- F1 – F4 Appoggi;
- F3 L/4;
- F2 Mezzeria;

- F5 Mezzeria predalla adiacente;
- F6 Mezzeria trave esterna (UPN).

Si riportano di seguito le tabelle con i carichi, le letture agli strumenti in corrispondenza delle varie fasi di carico con gli spostamenti relativi, i grafici carico deformazione:

Schemi di Carico (daN/m ²)	ORE	LETTURE AGLI STRUMENTI					
		Appoggio	L/2	L/4	Appoggio	L/2 Predalla Adiacente	L/2 Trave UPN adiacente
		F1	F2	F3	F4	F5	F6
0	10:20	20,42	24,90	20,35	21,26	21,16	20,53
150	10:35	20,36	24,49	20,04	21,21	20,94	20,20
150	10:45	20,36	24,49	20,04	21,21	20,94	20,20
300	10:55	20,28	24,01	19,70	21,13	20,61	19,78
300	11:05	20,28	24,01	19,70	21,13	20,61	19,78
450	11:15	20,20	23,48	19,36	21,04	20,29	19,38
450	11:25	20,20	23,48	19,36	21,04	20,29	19,38
600	11:35	20,15	22,98	19,03	20,93	19,99	19,00
600	11:45	20,15	22,98	19,03	20,93	19,99	19,00
750	11:55	20,05	22,35	18,60	20,81	19,63	18,52
750	12:10	20,05	22,30	18,56	20,81	19,60	18,48
750	12:25	20,05	22,26	18,53	20,81	19,58	18,46
750	12:55	20,04	22,24	18,51	20,80	19,56	18,44
750	13:25	20,04	22,24	18,51	20,80	19,56	18,44
600	13:35	20,12	22,61	18,76	20,83	19,70	18,70
600	13:40	20,12	22,61	18,76	20,83	19,70	18,70
300	13:55	20,26	23,57	19,44	20,98	20,30	19,45
300	14:00	20,26	23,57	19,44	20,98	20,30	19,45
0	14:30	20,42	24,82	20,30	21,25	21,16	20,49
0	15:30	20,42	24,82	20,32	21,26	21,16	20,51
0	16:00	20,42	24,82	20,32	21,26	21,16	20,51

Schemi di Carico (daN/m ²)	ORE	Frecce (mm)							
		Appoggio	L/2	L/4	Appoggio	L/2 Predalla Adiacente	L/2 Trave UPN adiacente	L/2 Assoluto	
		F1	F2	F3	F4	F5	F6	F2 (*)	
0	10:20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
150	10:35	0,06	0,41	0,31	0,05	0,22	0,33	0,35	
150	10:45	0,06	0,41	0,31	0,05	0,22	0,33	0,35	
300	10:55	0,14	0,89	0,65	0,13	0,55	0,75	0,75	
300	11:05	0,14	0,89	0,65	0,13	0,55	0,75	0,75	
450	11:15	0,22	1,42	0,99	0,22	0,87	1,15	1,20	
450	11:25	0,22	1,42	0,99	0,22	0,87	1,15	1,20	
600	11:35	0,27	1,92	1,32	0,33	1,17	1,53	1,62	
600	11:45	0,27	1,92	1,32	0,33	1,17	1,53	1,62	
750	11:55	0,37	2,55	1,75	0,45	1,53	2,01	2,14	
750	12:10	0,37	2,60	1,79	0,45	1,56	2,05	2,19	
750	12:25	0,37	2,64	1,82	0,45	1,58	2,07	2,23	
750	12:55	0,38	2,66	1,84	0,46	1,60	2,09	2,24	
750	13:25	0,38	2,66	1,84	0,46	1,60	2,09	2,24	
600	13:35	0,30	2,29	1,59	0,43	1,46	1,83	1,93	
600	13:40	0,30	2,29	1,59	0,43	1,46	1,83	1,93	
300	13:55	0,16	1,33	0,91	0,28	0,86	1,08	1,11	
300	14:00	0,16	1,33	0,91	0,28	0,86	1,08	1,11	
0	14:30	0,00	0,08	0,05	0,01	0,00	0,04	0,07	
0	15:30	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00	0,02	0,08	
0	16:00	0,00	0,08	0,03	0,00	0,00	0,02	0,08	
(*) Frecce assolute depurate del cedimento agli appoggi		Residuo %	0,00	3,01	1,63	0,00	0,00	0,96	3,57



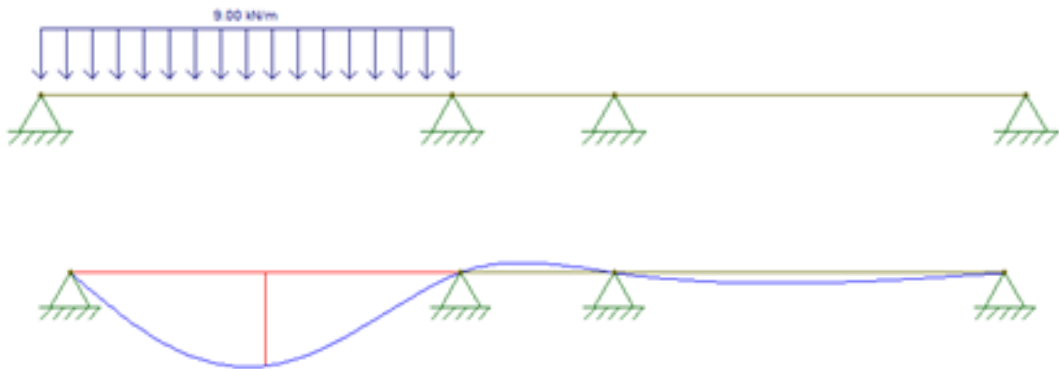
La freccia massima registrata dalla prova di carico in corrispondenza di F2 (mezzeria) risulta pari a 2,66 mm.

Al fine di valutarne la compatibilità con le condizioni di fatto, si riporta di seguito il calcolo teorico della freccia per una striscia di solaio pari a 1,20, corrispondente alla larghezza nominale delle lastre tralicciate in opera.

A tal proposito, considerato che il solaio è realizzato con lastre tralicciate di spessore di (5 + 11 + 4) cm, come si legge dalla relazione di collaudo e come risulta accertato in opera, la sezione di calcolo presenta la seguente caratteristiche:

$$I = 70591 \text{ cm}^4 \quad E = 30000 \text{ Mpa}$$

Dallo schema di seguito riportato, risulta nella mezzeria del primo campo di solaio, caricato con un carico equivalente pari a $q = (750 \times 1,2) = 900 \text{ KN/m}$, una freccia pari a 3,05 mm.



Si deduce quindi che la freccia osservata dalla prova di carico, è compatibile con quella ottenuta analiticamente e la prova può ritenersi soddisfatta per quanto attiene alle verifiche di resistenza dei solai.

3.8 Ulteriori Indagini

Al fine di confermare la natura e le caratteristiche meccaniche, fisiche e dinamiche del terreno sono state eseguite in situ:

- Indagini geognostiche e geotecniche;
- Indagini geofisiche;
- Analisi amplificazione sismica locale.

3.8.1 Indagini geognostiche e geotecniche

Le indagini geognostiche e geotecniche descritte, nella relazione geologica cui si rimanda, sono articolate come segue:

- N° 2 Sondaggi a Carotaggio Continuo spinti fino alla profondità di 30.00 mt dal p.c.;
- N° 2 prove S.P.T. (Standard Penetration Test);
- Estrazione di n° 2 Campioni Indisturbati con campionatore a pareti sottili Shelby

- Rivestimento del foro con tubi in PVC del diametro di 80 mm per l'esecuzione di prove in Foro.

3.8.2 Indagini geofisiche

Sempre su incarico della AICI ENGINEERING s.r.l. sono state eseguite indagini geofisiche col fine di caratterizzare il terreno dal punto di vista dinamico.

Esse si sono articolate in:

- N° 1 misura HVSR;
- N° 2 misura MASW;
- Esecuzione di un indagine in foro con Metodologia Down-Hole (DH-S1).
- Indagini di laboratorio sui materiali prelevati in occasione dei sondaggi a carotaggio continuo.

Per i dettagli si rimanda alla relazione geologica.