

## **ALLEGATO N°2 ALLA RELAZIONE DI CALCOLO: VERIFICA SOLAIO NELLO STATO DI PROGETTO (FINALE)**

### **Introduzione**

Per effettuare le verifiche sul solaio esistente si è preso come riferimento la Relazione di Analisi di Vulnerabilità Sismica del Padiglione Monoblocco redatta (in data 30/07/2015) dal Prof. Giuseppe Andrea Ferro Ordinario di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Torino: in essa sono contenute esaustive informazioni sia sui materiali (con particolare riferimento alle caratteristiche meccaniche) che sulla tipologia dei solai (carichi e sovraccarichi, geometria dei travetti, disposizione delle orditure, ecc...) dedotti mediante una campagna di indagini conoscitive in loco con confronto con le tavole esecutive originali; si riportano nel seguito in stralcio sia la tavola originale del solaio in oggetto che le parti della relazione sopra citata che hanno attinenza con le verifiche del solaio in questione; si riportano inoltre la scheda tecnica (ed il layout) delle apparecchiature (con i relativi sovraccarichi) che si vogliono installare a questo piano del Padiglione Monoblocco fornite dalla Committenza.

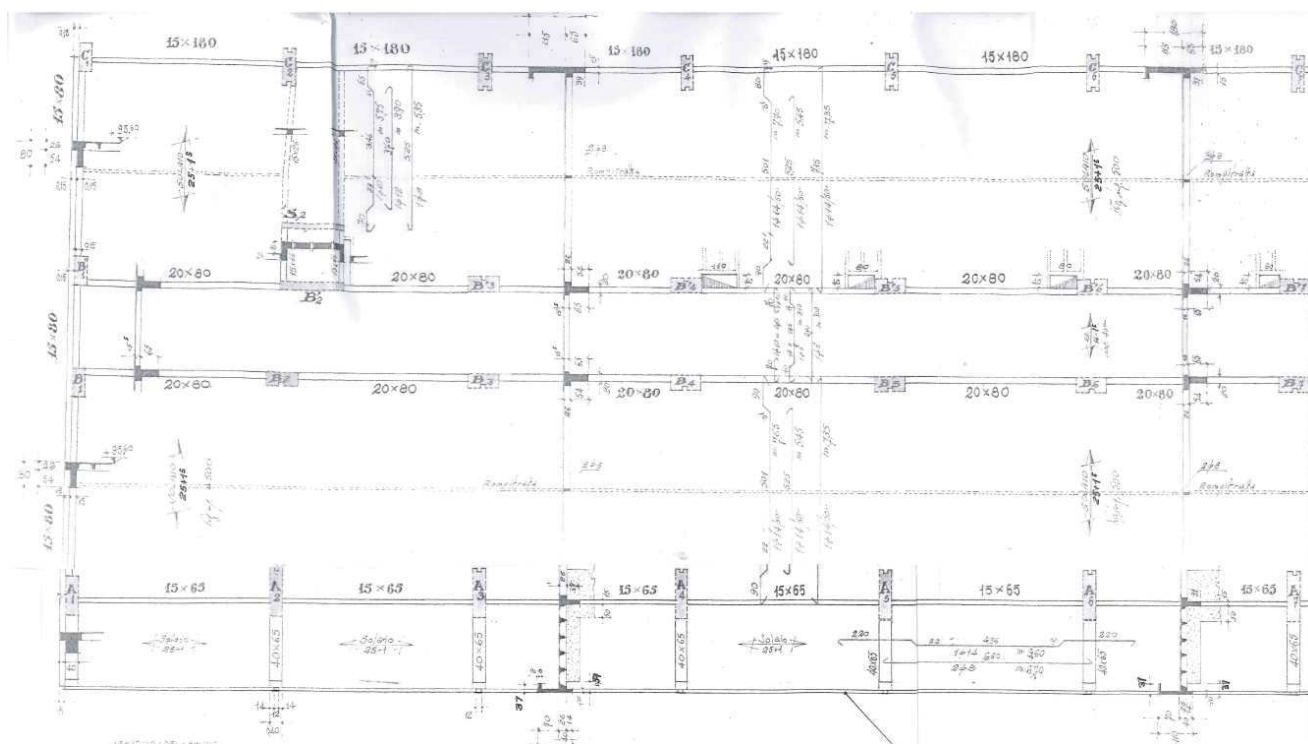


Figura 1: tavola esecutiva originale del solaio P2 ponente

### 6.3 MATERIALI

I materiali esistenti, con le loro rigidzze e resistenze, sono stati inseriti nel modello di calcolo assegnando gli appositi *criteri progettuali* ai rispettivi elementi strutturali (travi, pilastri e murature). In particolar modo si osserva come nel caso di travi e pilastri siano state adottate le resistenze sperimentali di rottura per il calcestruzzo ( $f_{cm}$ ) e di snervamento per l'acciaio ( $f_{tm}$ ) ottenute dalle prove di caratterizzazione meccanica dei materiali (paragrafo 5.3). Considerando quindi il Fattore di confidenza  $F_c=1.35$ , i coefficienti parziali di sicurezza per calcestruzzo ( $\gamma_c=1.5$ ), acciaio ( $\gamma_s=1.15$ ) si ricavano gli appositi valori di resistenza ultima di progetto:

$$f_{cd} = \frac{f_{cm}}{F_c \gamma_c} = \frac{28.0}{1.35 \cdot 1.5} = 13.8 \text{ N/mm}^2$$
$$f_{yd} = \frac{f_{tm}}{F_c \gamma_s} = \frac{435}{1.35 \cdot 1.15} = 280.2 \text{ N/mm}^2$$

### 6.4 CARICHI AGENTI

#### 6.4.1 CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI E NON STRUTTURALI

Il peso proprio degli elementi strutturali (travi, pilastri e murature) è stato calcolato in automatico dal programma di calcolo, sulla base delle rispettive dimensioni geometriche e peso specifico dei materiali ( $\gamma_{cm}=2500 \text{ kg/m}^3$ ). Per quel che riguarda i solai, esso include anche il peso delle pignatte ( $450 \text{ kg/m}^3$ ).

I carichi permanenti non strutturali sono costituiti da:

- carico per unità di superficie associato al volume di massetto alleggerito presente ( $400 \text{ kg/m}^3$ ),
- incidenza tramezzi ( $60 \text{ kg/m}^2$ ) essendo presenti molti divisori in cartongesso.

In Tabella 6.8 è riportata l'analisi dei carichi permanenti strutturali e non strutturali per le diverse tipologie di solaio presenti sulla struttura.

*Vulnerabilità sismica padiglione Monoblocco*

Figura 2: stralcio della relazione prof. Ferro in cui vengono identificati i materiali costitutivi ed i carichi in essere.

**Tabella 6.8: Analisi dei carichi permanenti strutturali e non strutturali**

DIMENSIONI/PESI		TIPOLOGIE DI SOLAIO								
		Interni/ esterni	Interni	Interni	Esterni	Esterni	Esterni	Esterni	Scale	Scalone
		25+1,5/50	14+1,5/40	40+5,5/50	22+4/50	15+1/40	5+20+1/50	Mensola	14+1/40	25+1,5/40
Interasse travetti	cm	50.0	40.0	50.0	50.0	40.0	50.0	piena	40.0	40.0
Base travetto	cm	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0		10.0	16.0
Base pignone	cm	40.0	30.0	40.0	40.0	30.0	40.0		30.0	24.0
Altezza travetto/pignone	cm	25.0	14.0	40.0	22.0	15.0	20.0	da 10 a 20	14.0	25.0
Altezza caldana	cm	1.5	1.5	5.5	4.0	1.0	6.0		1.0	1.5
Altezza massetto	cm	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0		11.0	11.0
Altezza mattonella	cm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0
Peso ch - G <sub>1</sub>	kg/m <sup>2</sup>	163	125	338	210	119	250	500	113	288
Peso pignone - G <sub>2</sub>	kg/m <sup>2</sup>	90	47	144	79	51	72		47	68
Peso massetto - G <sub>3</sub>	kg/m <sup>2</sup>	44	44	44	44	44	44		44	44
Muri divisorii - G <sub>4</sub>	kg/m <sup>2</sup>	60	60	60						
Peso totale G <sub>1</sub>	kg/m <sup>2</sup>	253	172	482	289	169	322	500	160	355
Peso totale G <sub>2</sub>	kg/m <sup>2</sup>	104	104	104	44	44	44		44	44

A questi carichi si aggiungono i carichi dovuti alle tamponature esterne. Questo sono costituite quasi esclusivamente da infissi in alluminio.

#### 6.4.2 CARICHI VARIABILI

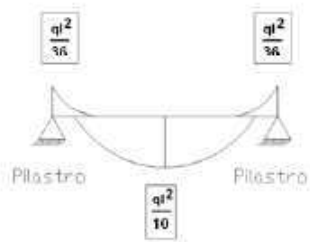
I carichi variabili sono stati valutati secondo quanto illustrato nella Tabella 3.1.II delle NTC08:

- solaio tipo: le NTC08 prevedono per gli ambienti suscettibili ad affollamento di categoria C1, quali gli ospedali, un sovraccarico di 300 kg/m<sup>2</sup> [T-3.1.II cat.C1];
- balconi, ballatoi e scale comuni: 400 kg/m<sup>2</sup> [T-3.1.II cat.C2]

*Vulnerabilità sismica padiglione Monobiocco*

Figura 3: stralcio della relazione del prof. Ferro in cui vengono identificati i materiali costitutivi ed i carichi in essere.

Viene in questa sede presentato un calcolo sintetico e semplificato della portanza dei solai, al fine di verificarne il comportamento statico, presupposto imprescindibile a monte dei calcoli che verranno presentati nei capitoli 7 e 8. Sulla scorta della caratterizzazione meccanica dei materiali descritta al capitolo §5.3, tenuto conto dei coefficienti di sicurezza riportati al §5.6 e all'analisi dei carichi al §6.4, è stata effettuata la verifica di resistenza di solai presi come campione, ma rappresentativi della quasi totalità delle tipologie presenti. Il calcolo è effettuato utilizzando degli schemi semplificati (Figura 5.13) sulla base dell'osservazione della disposizione delle armature, facendo riferimento anche a metodi di calcolo dell'epoca. In Tabella 5.6 sono riportati gli esiti delle verifiche che in larga parte risultano essere soddisfatte. Solo 3 sezioni non risultano soddisfare le verifiche anche se con coefficienti di sicurezza piuttosto prossimi all'unità. Inoltre se si tiene conto che i solai, in linea di massima, vanno ad ammortarsi su travi molto alte, che aumentano sicuramente il grado di incastro, aumentando l'iperstaticità, si può affermare in generale che i solai possano considerarsi sufficientemente adeguati e, malgrado la tipologia costruttiva singolare, non destano particolare preoccupazione, almeno dal punto di vista statico.



*Vulnerabilità sismica padiglione Monoblocco*

Figura 4: stralcio della relazione del prof. Ferro in cui vengono effettuate le verifiche sui solai in essere.

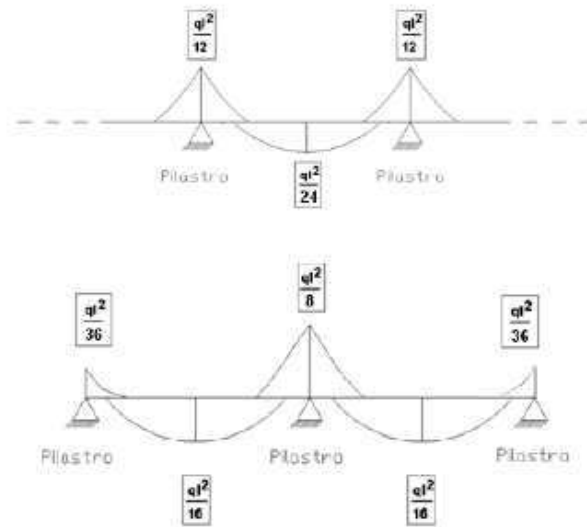


Figura 5.13: Schemi statici semplificati per la verifica dei solai come da manualistica dell'epoca di costruzione

Tabella 5.6: Verifiche sui solai

Piano	Solaio	Carico [kN/m]	Inte [m]	X	$M_{ed}=q l^2 x$ [kNm]	Sezione	$A_{s,cal}$ [cm <sup>2</sup> ]	$M_{ed}$ [kNm]	Verifica	
PT - ponte	25+1,5/50 - INT	4.21	7.35	36	6.32	Appoggio-sup	1.13	7.83	ok	1.24
						Appoggio-inf	1.54			
				10	22.75	Campata-sup	0.00	29.08	ok	1.28
						Campata-inf	4.21			
PT - ponte	14+1,5/40 - INT	3.02	3.02	36	0.76	Appoggio-sup	1.07	4.08	ok	5.34
						Appoggio-inf	0.28			
				10	2.75	Campata-sup	0.00	2.29	No	0.83
						Campata-inf	0.57			
PT - Centrale	25+1,5/50 - INT	4.21	4.7	8	11.63	Appoggio-sup	1.57	10.76	No	0.93
						Appoggio-inf	0.50			
				16	5.81	Campata-sup	0.00	9.11	ok	1.57
						Campata-inf	1.29			
PT -	25+1,5/50	4.21	4.3	8	9.73	Appoggio-sup	1.29	8.90	No	0.91

Vulnerabilità sismica padiglione Monoblocco

Figura 5: stralcio della relazione del prof. Ferro in cui vengono effettuate le verifiche sui solai in essere.



Centrale	- INT					Appoggio-inf	0.50			
				16	4.87	Campata-sup	0.00	7.15	ok	1.47
						Campata-inf	1.01			
P1 - ponente	25+1,5/50 - INT	4.21	7.05	36	5.81	Appoggio-sup	1.13	7.83	ok	1.35
						Appoggio-inf	1.13			
				10	20.93	Campata-sup	0.00	26.34	ok	1.26
						Campata-inf	3.80			
P1 - ponente	25+1,5/50 - INT	4.21	7.35	36	6.32	Appoggio-sup	1.54	10.64	ok	1.68
						Appoggio-inf	2.01			
				10	22.75	Campata-sup	0.00	34.66	ok	1.52
						Campata-inf	5.09			
P1 - ponente- balcone	25+1,5/50 - EST	5.05	6.7	12	18.89	Appoggio-sup	3.08	20.51	ok	1.09
						Appoggio-inf	1.01			
				24	9.45	Campata-sup	0.00	17.78	ok	1.88
						Campata-inf	2.54			
P3 - levante	25+1,5/50 - INT	4.21	7.35	36	6.32	Appoggio-sup	2.01	13.82	ok	2.19
						Appoggio-inf	1.13			
				10	22.75	Campata-sup	0.00	44.49	ok	1.82
						Campata-inf	6.28			
P3 - levante	25+1,5/50 - INT	4.21	6.65	36	5.17	Appoggio-sup	1.13	7.83	ok	1.51
						Appoggio-inf	1.13			
				10	18.62	Campata-sup	0.00	21.27	ok	1.14
						Campata-inf	3.05			
P3 - levante - balcone	5+20+1/50 - EST	5.43	2.3	2	14.37	Appoggio-sup	3.08	19.55	ok	1.36
						Appoggio-inf	0.50			
							0.00			
							0.00			
P3 - centrale	40+5,5/50 - INT	4.38	12.8	36	19.92	Appoggio-sup	3.94	48.07	ok	2.41
						Appoggio-inf	3.14			
				10	71.70	Campata-sup	0.39	94.42	ok	1.32
						Campata-inf	10.41			

*Vulnerabilità sismica padiglione Monoblocco*

Figura 6: stralcio della relazione del prof. Ferro in cui vengono effettuate le verifiche sui solai in essere (il solaio in questione P2 ponente è uguale al solaio P1 ponente riportato in questa tabella).