



REALIZZAZIONE SCUOLA PRIMARIA CON 15 CLASSI

AGOSTO 2020

RESPONSABILE PROCEDIMENTO: Arch. Anna Casalone

PROGETTISTI

SETTANTA7 STUDIO ASSOCIATO

Arch. D. Rangone

Arch. E. Rionda

CURCIO E REMONDA STUDIO ASSOCIATO

Ing. A. Remonda



Arch. Laura Lova



PROGETTO DEFINITIVO
SVILUPPATO A LIVELLO ESECUTIVO

REV_02

RELAZIONE GENERALE ILLUSTRATIVA



INDICE

1.	DESCRIZIONE GENERALE DELLE STRUTTURE	5
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	9
3.	MATERIALI PER USO STRUTTURALE	9
4.	ANALISI DEI CARICHI	14
5.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE	20
6.	PARAMETRI DI PROGETTO PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO	23
7.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	25
8.	METODO DI ANALISI	27



1. DESCRIZIONE GENERALE DELLE STRUTTURE

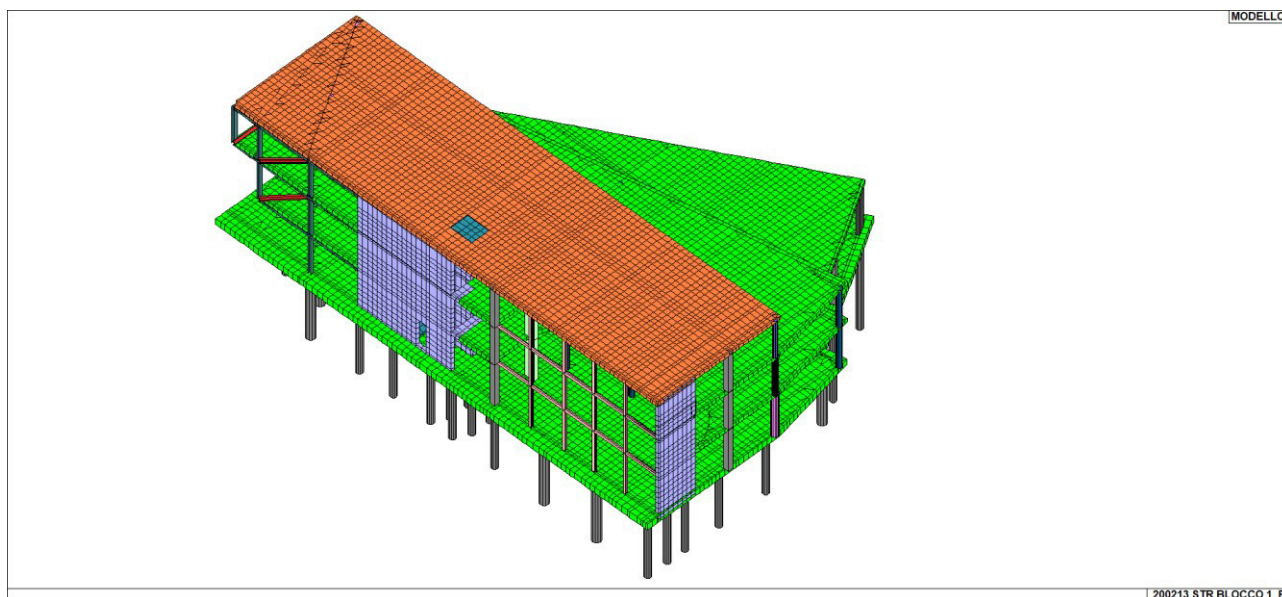
L'intervento in oggetto "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO POLO DELLE SCUOLE PRIMARIE NEL COMUNE DI GASSINO" è classificabile come nuova costruzione (ai sensi del §4 delle NTC 2018) ed è costituito da due corpi (Blocco 1, Blocco 2) con destinazione d'uso scuola (Cat. C1 ai sensi della Tab.3.1.II, §3.1.4. delle NTC 2018) e da un corpo (Blocco Palestra) con destinazione d'uso palestra (Cat. C4 ai sensi della Tab.3.1.II, §3.1.4. delle NTC 2018).



VISTA IN PIANTA

La struttura del Blocco 1, in cemento armato ordinario e acciaio, è costituita da 3 piani fuori terra ed è così composta:

- Pali di fondazione D600 di lunghezza 650 cm e 1000 cm e D800 di lunghezza 650 cm;
- Platea di fondazione piena sp. 60 cm;
- Colonne in c.a. rettangolari 110x30cm, 100x40cm, 60x60cm, 50x50cm, 40x40cm, 35x35cm e colonne circolari di diametro 60cm, 50cm, 40cm;
- Colonne e travi in acciaio posizionate in corrispondenza dell'ingresso costituite da profili HEB 220;
- Struttura reticolare in acciaio realizzata con profili HEB 300 a sostegno dello sbalzo;
- Setti sp. 30 cm;
- Solaio p1 e p2 realizzato con soletta alleggerita sp. 36 cm;
- Solaio copertura realizzato con soletta alleggerita sp. 34 cm.

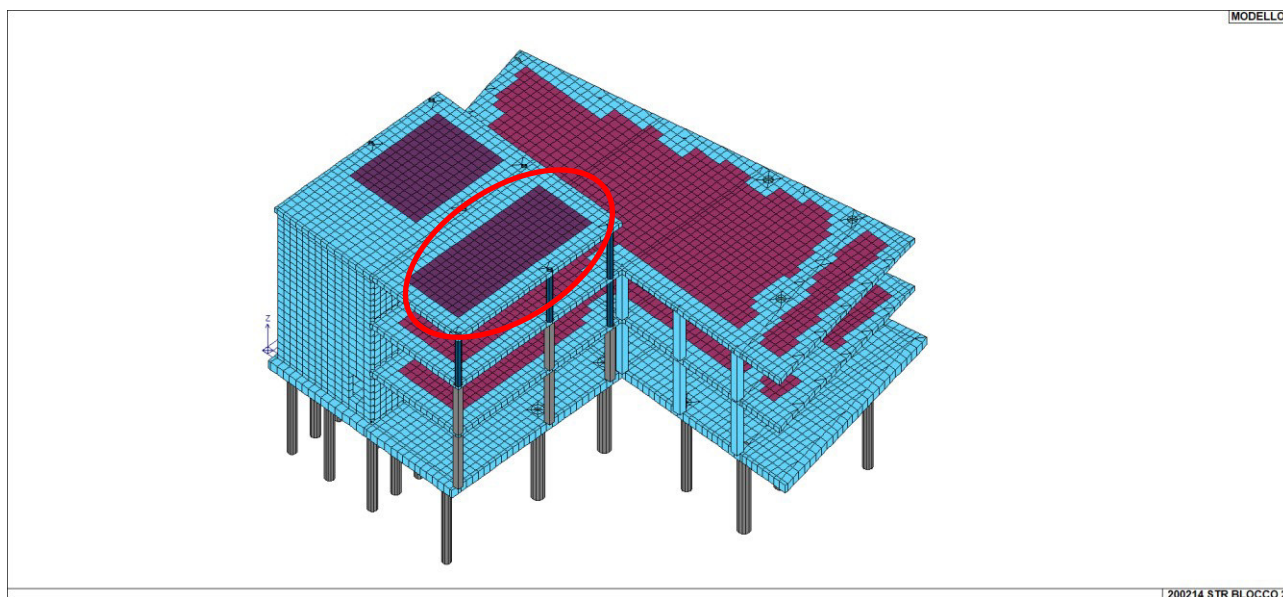


MODELLO STRUTTURALE BLOCCO 1

La struttura del Blocco 2, in cemento armato ordinario, è costituita da 2 piani fuori terra ed è così composta:

- Pali di fondazione D600 di lunghezza 650 cm e 1000 cm e D800 di lunghezza 650 cm;
- Platea di fondazione piena sp. 60 cm;
- Colonne in c.a. rettangolari 50x50cm, 40x40cm e colonne circolari di diametro 60cm, 40cm;
- Setti sp. 30 cm;
- Solaio p1 e p2 realizzato con soletta alleggerita sp. 36 cm;
- Solaio copertura realizzato con soletta alleggerita sp. 34 cm.

Il progetto finale prevede la sopraelevazione di una parte del piano terzo (cerchiata in rosso), pertanto si è studiato un modello comprensivo di tale ampliamento in modo da simulare la situazione più sfavorevole.



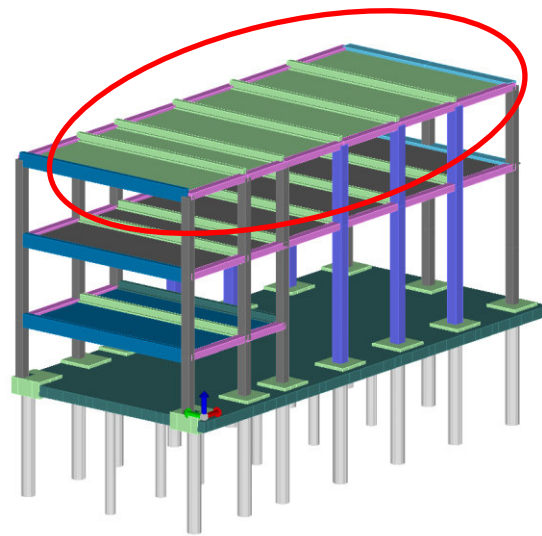
La struttura del Blocco Palestra, in c.a. prefabbricata, è costituita da 2 piani fuori terra ed è così composta:

- Pali di fondazione D600 di lunghezza 650 cm e D800 di lunghezza 650 cm;
- Plinti di fondazione 200x200x95cm;
- Platea di fondazione piena sp. 60 cm;
- Colonne in c.a. rettangolari 50x50cm, 60x60cm;
- Travi prefabbricate a T rovescia, a L e rettangolari 50x36cm, 70x40cm.
- Solai P1, P2 e copertura sono solai alveolari tipo SPIROLL sp. 28+8 cm.

Il progetto finale prevede una sopraelevazione (cerchiata in rosso), pertanto si è studiato un modello comprensivo di tale ampliamento in modo da simulare la situazione più sfavorevole.



PROGETTO
Stato progetto D2



MODELLO STRUTTURALE BLOCCO PALESTRA

200316 STR PALESTRA COMPLETA LUCIO



2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali norme assunte come riferimento per la progettazione strutturale sono:

- D.M. 17 gennaio 2018 Norme tecniche per le costruzioni;
- Circolare 21 Gennaio 2019 n.7 C.S.LL.PP.
- Altri riferimenti normativi utilizzati sono:
- UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici;
- UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2 - Progettazione strutture in calcestruzzo - Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-1-4:2018 Eurocodice 2 - Progettazione strutture in calcestruzzo - Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo;
- UNI EN 1993-1-1:2014 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio - Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-1-8:2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio - Progettazione dei collegamenti;
- UNI EN 1998-1:2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.



3. MATERIALI PER USO STRUTTURALE

- CALCESTRUZZO (§4.1 NTC 2018)
 - C32/40: $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 40}{1,5} = 22,67 \text{ MPa}$
 - C45/55: $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,85 \cdot 55}{1,5} = 31,17 \text{ MPa}$

Per il diagramma tensione-deformazione del calcestruzzo è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, definiti in base alla resistenza di progetto f_{cd} e alla deformazione ultima di progetto ϵ_{cu} . In particolare si sceglie il diagramma parabola-rettangolo (FIG. 3).

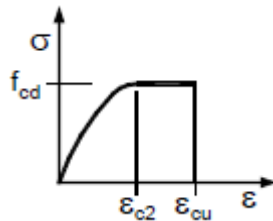


Figura 1: Modello tensione-deformazione per il calcestruzzo

- ACCIAIO (§4.1/4.2 NTC 2018)
 - PER CARPENTERIA S355JR: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{355}{1,05} = 338,1 \text{ MPa}$
 - PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{450}{1,15} = 391,3 \text{ MPa}$

Per il diagramma tensione-deformazione dell'acciaio è possibile adottare opportuni modelli rappresentativi del reale comportamento del materiale, definiti in base al valore di progetto $\epsilon_{ud}=0,9\epsilon_{uk}$ ($\epsilon_{uk}=(A_{gt})_k$) della deformazione uniforme ultima, al valore di progetto della tensione di snervamento f_{yd} ed al rapporto di sovraresistenza $k=(f_t/f_y)_k$. In particolare si impiega il diagramma elastico-perfettamente plastico indefinito (FIG.4).

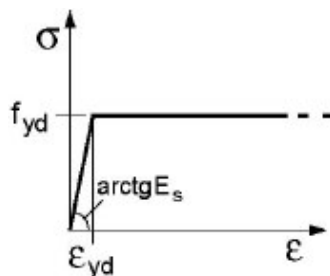


Figura 2: Modello tensione-deformazione per l'acciaio



- LEGNO (§4.4 NTC 2018)

Il valore di progetto X_d di una proprietà del materiale (o della resistenza di un collegamento) viene calcolato mediante la relazione:

$$X_d = \frac{k_{mod} X_k}{\gamma_M}$$

I valori del coefficiente parziale di sicurezza relativo al materiale γ_M sono riportati nella seguente tabella, in cui si considera la colonna B in quanto si assume che gli elementi devono essere soggetti a controllo continuativo del materiale:

Stati limite ultimi	Colonna A γ_M	Colonna B γ_M
combinazioni fondamentali		
legno massiccio	1,50	1,45
legno lamellare incollato	1,45	1,35
pannelli di tavole incollate a strati incrociati	1,45	1,35
pannelli di particelle o di fibre	1,50	1,40
LVL, compensato, pannelli di scaglie orientate	1,40	1,30
unioni	1,50	1,40
combinazioni eccezionali	1,00	1,00

I valori del coefficiente correttivo k_{mod} si ricavano dalla tabella di seguito riportata, prevedendo la classe di servizio 1 per tutte le strutture in progetto:

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico				
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
Legno lamellare incollato (*)	UNI EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90



BINDERHOLZ X-LAM BBS | DATI TECNICI

	BBS 125	BBS XL
Struttura	composto da strati incrociati di lamelle incollate 3-, 5-, 7-strati	composto da strati incrociati di lamelle incollate 3-, 5-strati
Formato	pannello modulare	pannello grande
Larghezza lunghezza	1,25 m fino a 20 m	massima a 3,50 m fino a 22 m
Spessori	60 - 340 mm	60 - 200 mm
Umidità del legno	12 % +/- 2 % alla consegna	
Densità	470 kg/m ³ (abete con 12 % di umidità)	
Lamelle	spessore 20, 30, 35 o 40 mm legno di conifera, essiccazione tecnica, selezionato in base alla qualità	
Qualità dello strato esterno	classificazione secondo DIN EN 13017-1	
	AB - un lato qualità a vista BC - un lato qualità industriale NH-C - non a vista	AB - un lato qualità a vista BC - un lato qualità industriale NH-C - non a vista
Strati esterni	a vista strato esterno longitudinale (DL), pannelli monostrato con una larghezza di 1,25m levigato o spazzolato Tipo di legno: abete, larice, pino cembro, antiche (abete bianco evaporato con evidente spazzolatura)	strato esterno trasversale (DQ) pannelli monostrati con una larghezza di 1,25m, levigato smusso verticale sul giunto dello strato esterno, abete
	non a vista strato esterno longitudinale (DL)	strato esterno longitudinale (DL) strato esterno trasversale (DQ) fessure tra le lamelle ammesse
Giunzione a pettine	giunzione a pettine sullo spessore del pannello	lamelle giunte a pettine singolarmente strato esterno del pannello con qualità a vista AB/BC senza giunzione a pettine
Larghezze di fatturazione	0,625 1,25 m	2,40 2,60 2,75 2,95 3,20 3,50 m
Pretaglio	lavorazione CNC	
Bordi longitudinali		
Incollaggio	BBS: colla PUR priva di formaldeide conforme a EN 15425 + EN 14080:2013 pannello monostrato: MUF a EN 301, classe E1	
Variatione della forma	longitudinale: 0,010 % ogni % di variazione dell'umidità del legno trasversale: 0,025 %	
Isolamento termico	conducibilità termica EN ISO 10456: λ_{10} = 0,12 W/mK capacità termica specifica c = 1600 J/kgK conduttività termica $\alpha = 1,806 \times 10^{-7}$ m ² /s valore U per dettagli costruttivi: vedi binderholz - gyproc „manuale per le costruzioni di legno massiccio“	
Isolamento acustico	alto livello dell'isolamento acustico per la costruzione massiccia certificato su richiesta binderholz - gyproc „manuale per le costruzioni di legno massiccio“	
Protezione antincendio	conforme a EN 13501: D; s2, d0 certificato per REI 30 - 90 e rapporti di classificazione su richiesta velocità matematica di consumo: 0,67 - 0,74 mm/min secondo l'utilizzo del pannello	
Resistenza alla diffusione	permeabile, barriera al vapore $\mu = 40 - 70$ (a seconda dell'umidità del legno e del numero di giunti incollati)	
Tenuta all'aria	tenuta all'aria a partire da 3 strati, certificazione su richiesta	
Classe d'utilizzo	1 o 2 secondo EN 1995-1-1	
Impregnazione	su richiesta	impregnazione classe 2 contro funghi e insetti secondo DIN 68800 CTB P+ certificate
Omologazioni	Omologazione tecnica europea ETA-06/0009 marchio CE Omologazione tedesca per l'edilizia Z-9.1-534 Avis Technique 3.3/14-784_V1	



BINDERHOLZ X-LAM BBS I PARAMETRI

Valori di sezione per strati longitudinali giunti in modo morbido secondo il procedimento Gamma.

Strati	Qualità strato esterno		Spessore [mm]	Disposizione delle lamelle [mm]							Parametri				
	BBS 125	BBS XL		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	L _{ref} (m)	A _{net} (cm ²)	W _{el} (cm ²)	I _{net} (cm ⁴)	i _{net} (cm)
3	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC, NH-C	60	20	20	20					2	560	1577	1,99	
											4	574	1601	2,06	
											6	578	1714	2,07	
	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC, NH-C	80	20	40	20						2	860	3001	2,78
												4	923	3548	2,98
												6	920	3640	3,02
	NH-C	NH-C	90	30	30	30						2	1225	4790	2,83
												4	1280	5530	3,04
												6	1295	5707	3,08
	NH-C	NH-C	100	35	30	35						2	1512	6469	3,04
												4	1592	7617	3,30
												6	1606	7881	3,36
NH-C	NH-C	120	40	40	40						2	2186	8971	3,33	
											4	2249	12613	3,97	
											6	2283	13277	4,07	
5	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC, NH-C	100	20	20	20	20	20				2	1273	5458	3,02
												4	1308	6270	3,23
												6	1315	6449	3,28
	AB, BC, NH-C	DQ-AB/BC, NH-C	120	20	30	20	30	20				2	1623	7743	3,59
												4	1680	9447	3,97
												6	1691	9851	4,05
	AB, BC, NH-C	NH-C	140	40	20	20	20	40				2	2748	15078	3,88
												4	2945	19175	4,38
												6	2986	20213	4,50
	---	DQ-AB/BC, NH-C	140	20	40	20	40	20				2	1976	10240	4,13
												4	2057	13190	4,69
												6	2073	13937	4,82
	AB, BC, NH-C	---	150	40	20	30	20	40				2	3113	18164	4,06
												4	3321	23122	4,58
												6	3364	24378	4,71
	AB, BC, NH-C	NH-C	160	40	20	40	20	40				2	3506	21680	4,25
												4	3721	27580	4,79
												6	3764	29074	4,92
	AB, BC, NH-C	NH-C	180	40	30	40	30	40				2	4981	25333	4,89
												4	4493	32310	5,42
												6	4474	38154	5,84
	AB, BC, NH-C	NH-C	200	40	40	40	40	40				2	4617	29001	4,92
												4	5094	43966	6,03
												6	5195	48294	6,34
AB, BC, NH-C	---	220	60	30	40	30	60				2	8039	42075	5,18	
											4	8984	62858	6,42	
											6	7186	73412	6,77	
AB, BC, NH-C	---	240	60	40	40	40	60				2	6708	46343	5,38	
											4	7912	77453	6,96	
											6	8198	89042	7,46	
AB, BC, NH-C	---	300	80	30	80	30	80				2	11037	98872	6,35	
											4	12916	158836	8,14	
											6	13368	181919	8,71	
AB, BC, NH-C	---	320	80	40	80	40	80				2	11587	96078	6,38	
											4	14025	173440	8,50	
											6	14648	205026	9,28	
7	AB, BC, NH-C	---	260	60	20	40	20	40	20	60		2	8396	69801	5,77
												4	9628	105298	7,28
												6	9905	118509	7,70
	AB, BC, NH-C	---	280	60	40	20	40	20	40	60		2	7925	52997	5,76
												4	9928	102510	8,00
												6	10439	125165	8,85
AB, BC, NH-C	---	340	80	40	30	40	30	40	80		2	11089	84044	6,18	
											4	14803	174521	8,91	
											6	15870	222383	10,05	

L_{ref} ... lunghezza di riferimento

I_{net} ... momento d'inerzia netto

qualità dello strato esterno secondo DIN EN 13017-1:

A_{net} ... area di sezione netta (solo strati longitudinali)

i_{net} ... raggio d'inerzia netto

AB ... un lato qualità a vista NH-C ... non a vista

W_{el} ... momento di resistenza netto

BC ... un lato qualità industriale DQ ... strato esterno trasversale

Tipo di sollecitazione [N/mm ²]	ETA 06/0009 I EN 338	
	BBS 125	BBS XL
Modulo di flessione E	E _{1,mean}	12.000
Flessione regolare sul piano	f _{1,0,k}	18,0
Modulo di spinta G	G _{1,mean}	690,0
Modulo di spinta avvolgibile	G _{2,mean}	50,0
Spinta da forza di taglio	f _{1,0,k}	1,0
Compressione in piano	f _{1,0,k}	21,0
Compressione normale verso il piano	f _{1,0,k}	2,5
Trazione in piano	f _{1,0,k}	9,8

**4. ANALISI DEI CARICHI**BLOCCO 1 - BLOCCO 2

ANALISI DEI CARICHI	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO CONTROTERRA		
Vespai areato H=35cm	95	
Soletta armata 5 cm	125	
Pannello isolante sp. 12 cm	5	
Sottofondo sp. 8 cm	170	
Elementi divisorii	80	
Sovraccarico variabile [Cat.C1] (TAB 3.1.II)		300
Scale comuni, balconi e ballatoi [Cat.C] (TAB 3.1.II)		400
TOTALE G1	395	
TOTALE G2	80	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO INTERPIANO		
Massetto alleggerito Sp. 11 cm	45	
Isolante + risc pavimento	35	
Massetto sabbia cemento	100	
Impianti Appesi	50	
Controsoffitto	20	
Elementi divisorii	120	
Sovraccarico variabile [Cat.C1] (TAB 3.1.II)		300
Scale comuni, balconi e ballatoi [Cat.C] (TAB 3.1.II)		400
TOTALE G1	250	
TOTALE G2	80	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO TERRAZZO		
Pannello in Xps sp. 14 cm	5	
Tavolato sp. 2,5 cm	15	
Pavimento Galleggiante	100	
Impianti Appesi	50	
Controsoffitto	20	
Scale comuni, balconi e ballatoi [Cat.C] (TAB 3.1.II)		400
TOTALE G1	190	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO COPERTURA		
Isolante lana di roccia sp. 20 cm	25	
Sistema lastre alluminio	50	
Impianti Appesi	50	
Controsoffitto	20	
Pannelli fotovoltaici	20	
Sovraccarico Neve		153
TOTALE G1	165	



	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
TAMPONAMENTO PERIMETRALE		
Tamponatura perimetrale realizzata con telai in legno rivestiti	81	
TOTALE	81	

BLOCCO PALESTRA

ANALISI DEI CARICHI	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO CONTROTERRA LATO SPOGLIATOI		
Vespai areato H=35cm	95	
Soletta armata 5 cm	125	
Pannello isolante sp. 12 cm	5	
Sottofondo sp. 8 cm	170	
Elementi divisorii	80	
Sovraccarico variabile [Cat.C1] (TAB 3.1.II)		300
TOTALE G1	395	
TOTALE G2	80	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO CONTROTERRA LATO CAMPO DA GIOCO		
Vespai areato H=35cm	95	
Soletta armata 5 cm	125	
Pannello isolante sp. 12 cm	5	
Sottofondo sp. 8 cm	170	
Elementi divisorii	80	
Sovraccarico variabile [Cat.C1] (TAB 3.1.II)		500
TOTALE G1	395	
TOTALE G2	80	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO 1 - PROSEGUO AULE		
Massetto alleggerito Sp. 11 cm	45	
Isolante + risc pavimento	35	
Massetto sabbia cemento	100	
Impianti Appesi	50	
Controsoffitto	20	
Elementi divisorii	120	
Sovraccarico variabile [Cat.C1] (TAB 3.1.II)		300
TOTALE G1	250	
TOTALE G2	80	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO 2		
Massetto alleggerito Sp. 11 cm	45	
Isolante + risc pavimento	35	
Massetto sabbia cemento	100	
Impianti Appesi	50	
Controsoffitto	20	
Elementi divisorii	120	



Sovraccarico variabile [Cat.C2] (TAB 3.1.II)		400
TOTALE G1	250	
TOTALE G2	80	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
SOLAIO COPERTURA		
Isolante lana di roccia sp. 20 cm	25	
Sistema lastre alluminio	50	
Impianti Appesi	50	
Controsoffitto	20	
Pannelli fotovoltaici	20	
Sovraccarico Neve		122
TOTALE G1	165	

	Permanenti [daN/m2]	Variabili [daN/m2]
PANNELLO PREFABBRICATO A TAGLIO TERMICO PERIMETRALE PALESTRA		
Peso proprio sp.30cm	400	
Peso proprio lastra di vetro sp. 3.3cm	76	

I valori dei sovraccarichi e dei coefficienti di combinazione sono stati determinati dalla tabella 3.1.II e 2.5.I delle NTC 2018:

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

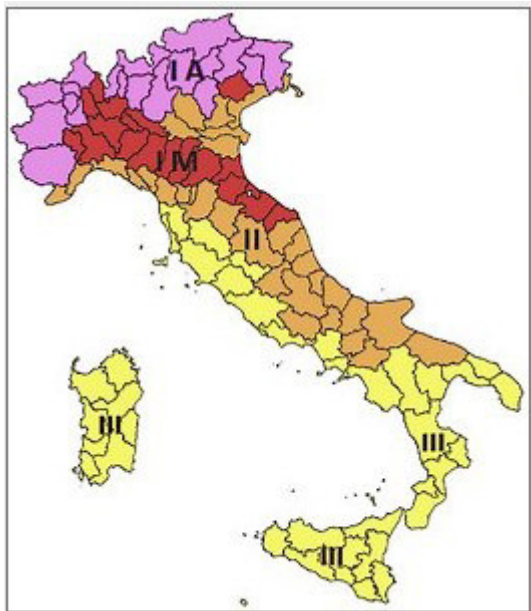
Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad altri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00



Tab. 2.5.I - Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{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 \wedge	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso \leq 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $>$ 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)	da valutarsi caso per caso		
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota \leq 1000 m s.l.m.) \wedge	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $>$ 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche \wedge	0,6	0,5	0,0

4.1 AZIONE DELLA NEVE (§3.4 NTC 2018)



Zona Neve = I Alpina

Periodo di ritorno, $Tr = 50$ anni

$Ctr = 1$ per $Tr = 50$ anni

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo = $q_{sk} Ce = 153$ daN/mq

- Copertura ad una falda:

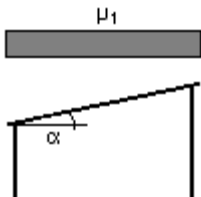


Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

Copertura piana $W = 22,0 \text{ m}$, $L = 43,0 \text{ m} \Rightarrow L_c = 32,7$, $C_{ef} = 1.000$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 122 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



Coperture adiacenti o vicine a costruzioni più alte:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

$b_1 = 13,0 \text{ m}$, $b_2 = 9 \text{ m}$, $h = 3,7 \text{ m}$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 122 \text{ daN/mq}$

$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 0,00 + 2,97 = 2,97 \Rightarrow Q_2 = 460 \text{ daN/mq}$

$l_s = 8 \text{ m}$

Schema di carico:

Coefficiente di forma (copertura adiacenti o vicine a costruzioni più alte)

b_1 [m]	13
b_2 [m]	9
h [m]	3,7
α [°]	0

l_s [m]	7,4
μ_1	0,8

$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$

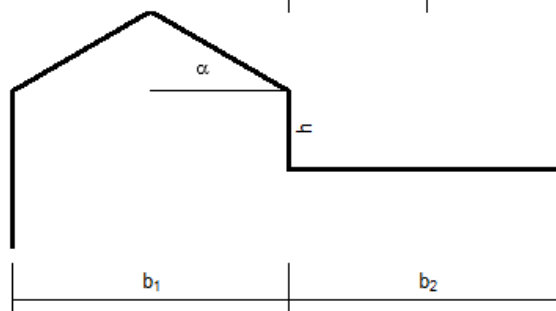
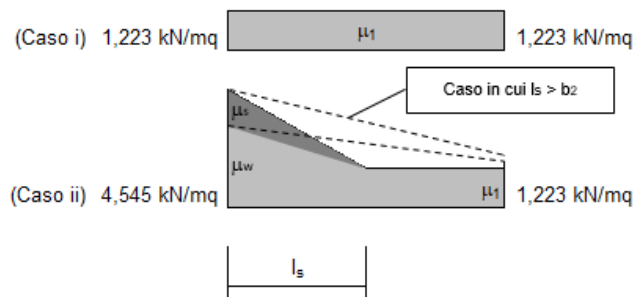
μ_s	0
---------	---

$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / q_{sk}$

$(b_1 + b_2) / 2h$	2,973
$\gamma h / q_{sk}$	4,841
μ_w	2,973

$(0,8 \leq \mu_w \leq 4,0)$

μ_2	2,973
---------	-------





4.2 AZIONE DEL VENTO (§3.3 NTC 2018)

Zona vento = 1

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 1000 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 230 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50 \text{ anni}$

$C_r = 1$ per $T_r = 50 \text{ anni}$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. IV - Entroterra fino a 500 m di altitudine

($K_r = 0,22$; $Z_o = 0,30 \text{ m}$; $Z_{min} = 8 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,82$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 10,55 \text{ m}$

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 71 \text{ daN/mq}$

4.3 AZIONI TERMICHE SUGLI EDIFICI (§3.5.5 NTC 2018)

Per le strutture in c.a. si è considerato un $\Delta T \pm 10^\circ\text{C}$.

I coefficienti di combinazione sono stati determinati dalla tabella 2.5.I delle NTC 2018.



5. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

5.1 UNITÀ GEOTECNICHE

Si rimanda alla Relazione Geologica allegata al progetto per le metodologie di definizione dei parametri geotecnici di seguito riportati.

Sono state svolte le seguenti indagini al fine di caratterizzare il sottosuolo:

- n° 1 sondaggio a carotaggio continuo, spinto alla profondità di 10 m dal piano campagna;
- n° 4 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro super pesante (D.P.S.H.), spinto fino a rifiuto della penetrazione o alla profondità massima di 10,20 m dalla quota di piano campagna;
- n° 4 pozzetti geognostici superficiali;
- n° 1 indagine geofisica di tipo MASW.

Le proprietà del terreno emerse dalle indagini geologiche sono riportate nelle seguenti tabelle:

- Sondaggio S1

UNITÀ LITOLOGICA	quota [m]	γ [t/m ³]	ϕ [°]	ϕ_{cv} [°]	c' [kPa]
TERRENO COLTIVO	0,0÷0,50	1,85	24	22	0
DEPOSITI-LIMOSO ARGILLOSI	0,50÷5,50	1,9	26	23	0
DEPOSITI SABBIOSO-LIMOSI	5,50÷5,85	1,9	27	24	0
DEPOSITI GHIAIOSI CON CIOTTOLI	5,85÷6,80	1,95	42	36	0
DEPOSITI GHIAIOSI CON CIOTTOLI	6,8÷10	1,95	39	34	0

- Prova penetrometrica dinamica DPSH1

UNITÀ LITOLOGICA	quota [m]	γ [t/m ³]	ϕ [°]	ϕ_{cv} [°]	c' [kPa]
DEPOSITI LIMOSO-ARGILLOSI	0,0÷3,30	1,9	22	20	0
DEPOSITI GHIAIOSO-SABBIOSI	3,30÷4,80	1,95	30	26	0
DEPOSITI GHIAIOSI CON CIOTTOLI	4,80÷5,70	1,95	42	36	0

- Prova penetrometrica dinamica DPSH2

UNITÀ LITOLOGICA	quota [m]	γ [t/m ³]	ϕ [°]	ϕ_{cv} [°]	c' [kPa]
DEPOSITI LIMOSO-ARGILLOSI	0,0÷4,20	1,9	23	21	0
DEPOSITI GHIAIOSI CON CIOTTOLI	4,20÷5,40	1,95	42	36	0

- Prova penetrometrica dinamica DPSH3

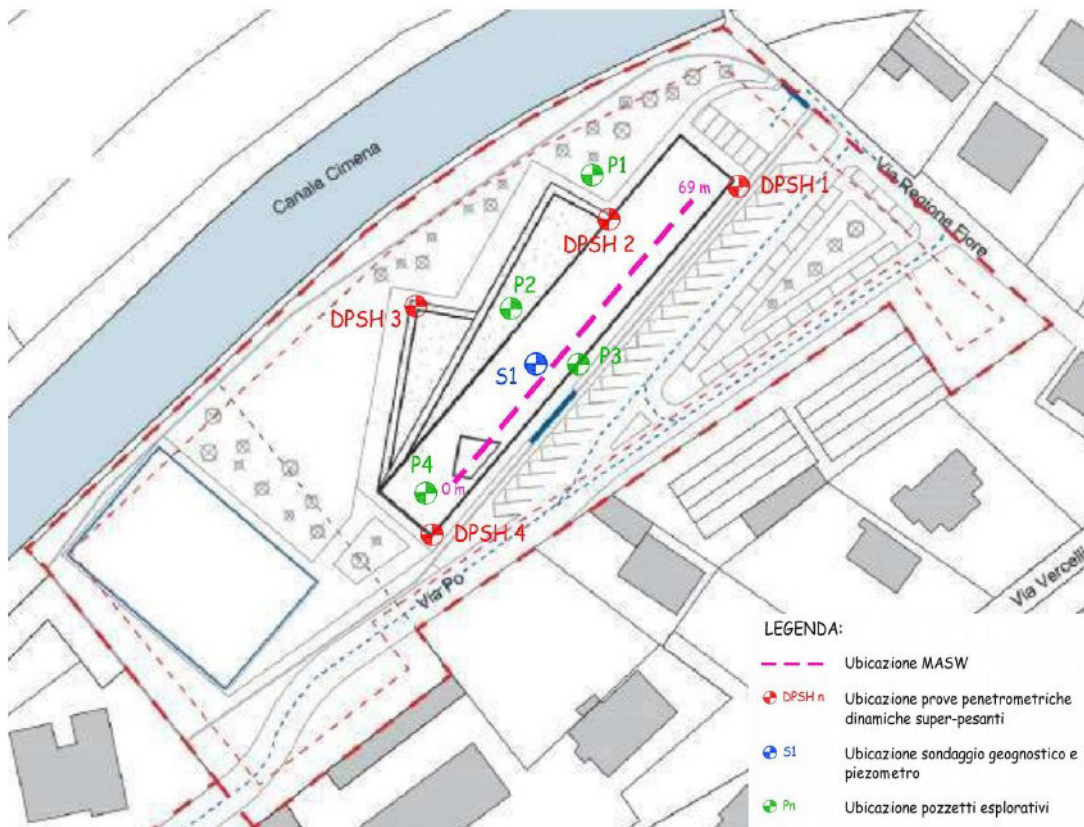
UNITÀ LITOLOGICA	quota [m]	γ [t/m ³]	ϕ [°]	ϕ_{cv} [°]	c' [kPa]
DEPOSITI LIMOSO-ARGILLOSI	0,0÷6,00	1,9	22	20	0
DEPOSITI GHIAIOSO-SABBIOSI	6,00÷7,20	1,95	29	26	0
DEPOSITI SABBIOSI	7,20÷9,60	1,9	24	22	0
DEPOSITI GHIAIOSI CON CIOTTOLI	9,60÷10,20	1,95	41	35	0



- Prova penetrometrica dinamica DPSH4

UNITÀ LITOLOGICA	quota [m]	γ [t/m ³]	ϕ [°]	ϕ_{cv} [°]	c' [kPa]
DEPOSITI LIMOSO-ARGILLOSI	0,0÷5,70	1,9	23	21	0
DEPOSITI GHIAIOSI CON CIOTTOLI	5,70÷6,60	1,95	42	36	0

Si riportano i punti di indagine:



5.2 FALDA

Dalle indagini effettuate è emerso che la falda si trova ad una profondità di circa 10 m dal piano campagna. Nei periodi di elevata piovosità tale livello può subire escursioni di 1÷2 m.

5.3 CATEGORIA SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale va valutata secondo specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel §7.11.3. In alternativa, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio. Dalla prova MASW effettuata è stata ricavata una $V_{s30} = 516$ m/s. Pertanto è possibile classificare il suolo come **CATEGORIA B.**



Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>



6. PARAMETRI DI PROGETTO PER LA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE DEL SITO

BLOCCO 1 - BLOCCO 2

I parametri di progetto utili alla definizione dell'azione sismica di base per il Blocco 1 ed il Blocco 2 sono:

- vita nominale VN = 50 (anni);
- classe d'uso: III;
- periodo di riferimento VR = 75 (anni);
- categoria del sottosuolo B;
- categoria topografica T1;
- coordinate geografiche del sito: Longitudine 7.8224, Latitudine 45.1309.

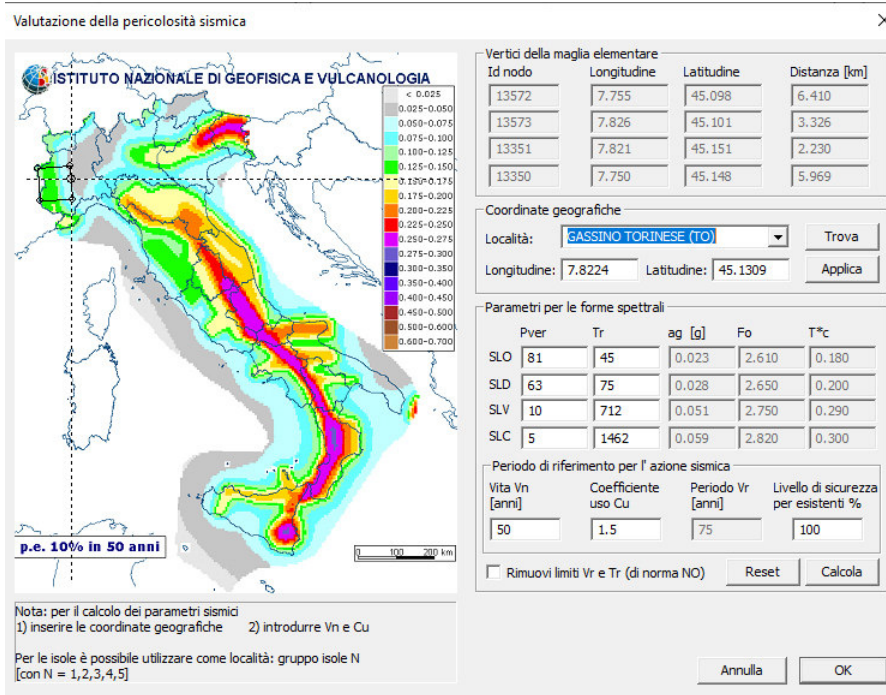


FIGURA 2: VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA - BLOCCO 1 E BLOCCO 2

BLOCCO PALESTRA

I parametri di progetto utili alla definizione dell'azione sismica di base per il Blocco 1 ed il Blocco 2 sono:

- vita nominale VN = 50 (anni);
- classe d'uso: IV;
- periodo di riferimento VR = 100 (anni);
- categoria del sottosuolo B;
- categoria topografica T1;
- coordinate geografiche del sito: Longitudine 7.8224, Latitudine 45.1309.

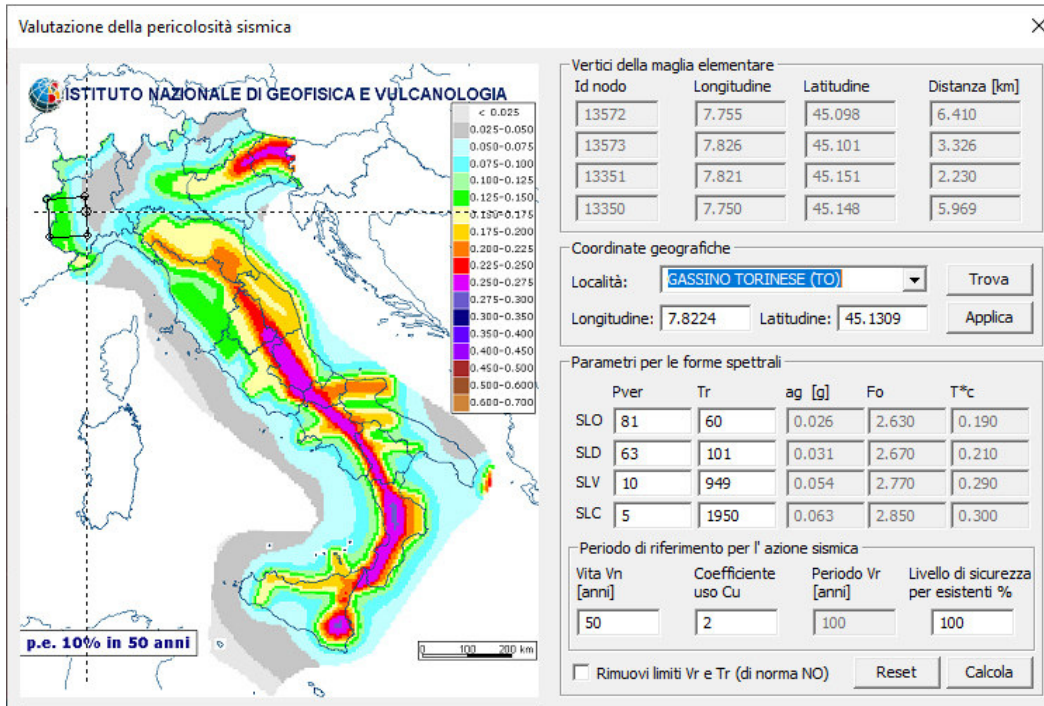


FIGURA 2: VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA - BLOCCO PALESTRA



7. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

7.1 COMPORTAMENTO STRUTTURALE

Si è scelto di progettare le strutture secondo un comportamento non dissipativo. Data la non regolarità dello schema strutturale in pianta e in altezza e la presenza di elementi in falso si è utilizzato un fattore di comportamento pari a:

- $q = 1$ per il Blocco 1 e il Blocco 2;
- $q_{ND} = 1,33$ per il Blocco Palestra, ridotto rispetto al valore minimo relativo alla CD"B" secondo l'espressione riportata al §7.3.1 delle NTC 2018:

$$1 \leq q_{ND} = \frac{2}{3} q_{CD'B'} \leq 1,5$$

Per la determinazione del $q_{CD'B'}$ si è fatto riferimento alla tab. 7.3.II delle NTC 2018 moltiplicato per $KR = 0,8$ essendo una costruzione non regolare in altezza.

Costruzioni con struttura prefabbricata (§ 7.4.5.1)		
Strutture a pannelli	4,0 α_w/α_1	3,0
Strutture monolitiche a cella	3,0	2,0
Strutture con pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati	3,5	2,5

Tale scelta comporta:

- COSTRUZIONI IN CALCESTRUZZO (ai sensi del §7.4.1 delle NTC 2018): la capacità delle membrature è valutata in accordo con le regole di cui al §4.1 delle NTC 2018, **senza nessun requisito aggiuntivo**, a condizione che in nessuna sezione si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico. Nelle verifiche si sono quindi utilizzati i diagrammi del calcestruzzo e dell'acciaio fino al limite elastico.

Impostazioni per il calcolo dello stato limite ultimo

diagramma tensioni deformazioni per acciaio:

elastico-perfettamente plastico finito (1% da DM96)

elastico-perfettamente plastico indefinito

bilineare finito con incrudimento

limite elastico

diagramma tensioni deformazioni per cls:

parabola rettangolo (formula EC2 3.17)

triangolo - rettangolo

rettangolo

parabola - limite elastico

- COSTRUZIONI IN ACCIAIO (ai sensi del §7.5 delle NTC 2018): la capacità delle membrature e dei collegamenti viene valutata in accordo con le regole di cui al §4.2 delle NTC 2018, **senza nessun requisito aggiuntivo**. Anche le strutture in acciaio sono state progettate considerando il limite elastico.



BLOCCO 1

Passo 3

Parametri e fattori spettrali							
S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.023	1.200	2.610	0.539	0.093	0.279	1.694
SLD	0.028	1.200	2.650	0.601	0.101	0.304	1.713
SLV	0.051	1.200	2.750	0.838	0.136	0.409	1.804
SLC	0.059	1.200	2.820	0.926	0.140	0.420	1.836

Verticale per tutti: 1.000

eta SLO	q SLD x	q SLD y	q SLD z	q SLU x	q SLU y	q SLU z
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5

Smorzamento... 1.0 1.0 <= Esistenti v. fragili

Duttilità

ND - non dissipativa

B - media

A - alta

Regolarità

in pianta

in altezza

Edifici isolati

2.0 T is

10.0 s esi

Info...

È stata considerata anche la componente verticale del sisma in quanto si rientra nelle casistiche riportate nel §7.2.2 delle NTC 2018.

BLOCCO 2

Parametri e fattori spettrali							
S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.023	1.200	2.610	0.539	0.093	0.279	1.694
SLD	0.028	1.200	2.650	0.601	0.101	0.304	1.713
SLV	0.051	1.200	2.750	0.838	0.136	0.409	1.804
SLC	0.059	1.200	2.820	0.926	0.140	0.420	1.836

Verticale per tutti: 1.000

eta SLO	q SLD x	q SLD y	q SLD z	q SLU x	q SLU y	q SLU z
1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Smorzamento... 1.0 1.0 <= Esistenti v. fragili

Duttilità

ND - non dissipativa

B - media

A - alta

Regolarità

in pianta

in altezza

Edifici isolati

2.0 T is

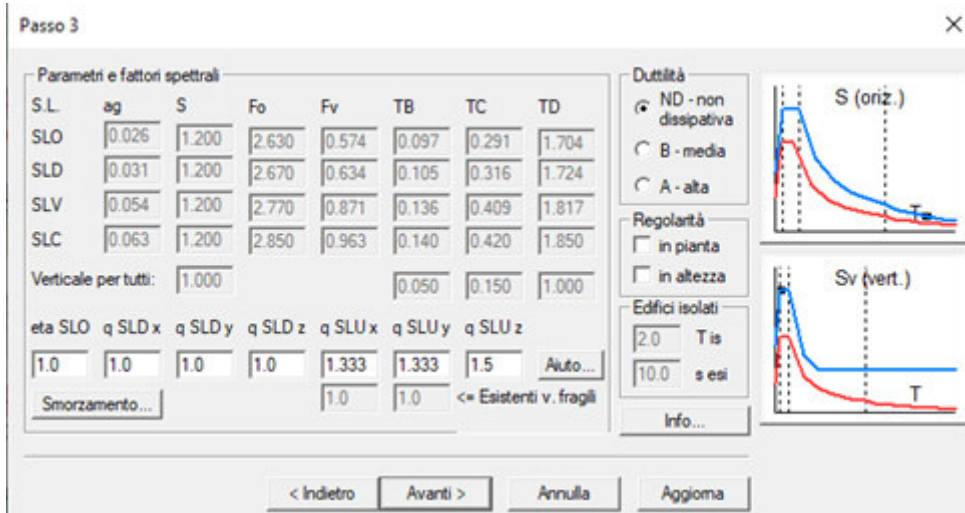
10.0 s esi

Info...

La componente verticale del sisma è stata trascurata in quanto non si rientra nelle casistiche riportate nel §7.2.2 delle NTC 2018.



BLOCCO PALESTRA



È stata considerata anche la componente verticale del sisma in quanto si rientra nelle casistiche riportate nel §7.2.2 delle NTC 2018.

7.2 DETTAGLI COSTRUTTIVI

Ai fini della protezione delle armature dalla corrosione, si rispettano i valori minimi di copriferro della tabella riportata nel seguito (C4.1.6.1.3 della Circolare 21 gennaio 2019 N.7).

- CALCESTRUZZO C32/40:

C _{min}	C _o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o	C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o	C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o	C _{≥C_o}	C _{min} ≤C<C _o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

A tali valori si è aggiunta la tolleranza di posa pari a 10 mm.

Si ottiene

- Classe di esposizione XC1 (Solette elevazione e setti) - Copriferro 30mm
- Classe di esposizione XC1 (Pilastri e travi) - Copriferro 35mm
- Classe di esposizione XC2 (Platea Fondazione) - Copriferro 40mm
- Classe di esposizione XC2 (Pali fondazione) - Copriferro 50mm



- CALCESTRUZZO C45/55:

C_{min}	C_o	ambiente	barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p. elementi a piastra		cavi da c.a.p. altri elementi	
			$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

A tali valori si è aggiunta la tolleranza di posa pari a 10 mm.

Si ottiene

- Classe di esposizione XC1 (Pilastri e travi) - Copriferro 30mm



8. METODO DI ANALISI

Si è ricorsi ad un'analisi di tipo lineare, tenendo conto dell'eccentricità accidentale del centro di massa. Il metodo di analisi lineare di riferimento per determinare gli effetti dell'azione sismica è l'analisi modale con spettro di risposta o "analisi lineare dinamica". Per tale motivo, in accordo con il §7.3.3.1 delle NTC 2018, si è scelto di eseguire l'analisi lineare dinamica, che consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale, dove si sono considerati tutti i modi con massa partecipante significativa);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione degli effetti relativi ai singoli modi tramite la combinazione quadratica completa:

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

La risposta alle diverse componenti dell'azione sismica viene calcolata, con riferimento al §7.3.5 delle NTC 2018, usando l'espressione:

$$1,00 \cdot E_x + 0,30 \cdot E_y + 0,30 \cdot E_z$$

Gli effetti più gravosi si ricavano dal confronto tra le tre combinazioni ottenute permutando circolarmente i coefficienti moltiplicativi.