



COMUNE DI BOMPORTO Provincia di Modena

Programma delle Opere Pubbliche e dei Beni Culturali danneggiati dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012, Piani annuali 2013 - 14 -15 - 16 - 18 Opere Pubbliche, Allegato D/1 Edilizia scolastica ed Università Ordinanza 47/2014 – Intervento n° ord. 7009

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA PALESTRA SCOLASTICA DI BOMPORTO

Via De Andrè - via Verdi, Bomporto (MO)

PROGETTO ESECUTIVO

Committente

Comune di Bomporto
Via per Modena, 7
41030 Bomporto (MO)

**Responsabile Unico del
Procedimento RUP**

Ing. Pasquale Lo Fiego

Supporto al RUP

Arch. Elena Zaccarelli

**Progettazione Esecutiva
Architettonica e Strutturale**

Ing. Claudio Serafini
TecnicaMente
Via Stelvio, 17 - 41122 - Modena
www.tecnicamente-mo.it

**Progettazione Impianti Tecnologici**

P.I. Gian Luca Gatti
P.I. Andrea Costanzini
Via Berna n°6/D - Sassuolo (MO)
e-mail gattigl@studiogattigl.it

Studio Gatti GL Srl
Progettazione Impianti Tecnologici

OPERE STRUTTURALI

RELAZIONE DI CALCOLO SULLE STRUTTURE

PE.RS_01

DATA: 2 . .201

SPOGLIATOI

RELAZIONE TECNICA e di CALCOLO RELAZIONE sui MATERIALI

1 - Relazione di calcolo delle strutture

- ✓ Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale
- ✓ Simbologia
- ✓ Normativa di riferimento
- ✓ Premessa
- ✓ Identificazione
- ✓ Prestazioni attese
- ✓ Dati geotecnici
- ✓ Metodo di calcolo
- ✓ Descrizione generale dell'opera
- ✓ Analisi dei carichi
 - Carichi verticali
 - Carichi orizzontali
 - * Vento (Allegato 1)
 - * Sisma (Allegato 2)
- ✓ Azioni sulla struttura
 - Stato limite ultimo
 - Stati limite di esercizio
- ✓ Combinazioni delle azioni

2 -

- ✓ Relazione sui materiali e resistenze di calcolo
 - Calcestruzzo
 - Acciaio per carpenteria
 - Acciaio per c.a.
 - Terreno

3 -

- ✓ Relazione sulle opere di fondazione
- ✓ Relazione geologica / geotecnica (Allegato 6)

4 - Fascicolo dei calcoli delle strutture portanti

- ✓ Verifiche elementi strutturali prefabbricati (Allegato 3 - A)
- ✓ Verifiche collegamenti elementi strutturali (Allegato 3 - B)
- ✓ Verifiche delle fondazioni (Allegato 3 - C)
- ✓ Risultati delle azioni alla base dei pilastri (Allegato 4)
- ✓ Codice di calcolo impiegato e principali risultati di analisi
 - Denominazione
 - Sintesi delle funzionalità generali
 - Fascicolo risultati principali delle elaborazioni digitali
 - Dati e analisi strutturali (Allegato 5/a)
 - Soll. e config. significative (Allegato 5/b)
- ✓
- ✓

- ✓ Manuale uso e manutenzione delle strutture

- ✓ Elaborati grafici esecutivi e particolari costruttivi elementi in forniture

SIMBOLOGIA

Ec	Modulo di elasticità del calcestruzzo (Kg/cmq)
Ey	Modulo di elasticità dell'acciaio (Kg/cmq)
n	Ey/Ec = 15 coefficiente di omogeneizzazione
R'bk	Resistenza caratteristica del c.c. (Kg/cmq)
R'y	Resistenza caratteristica dell'acciaio (Kg/cmq)
σ_c , AM	Tensione ammissibile a compress. nel c.c. (Kg/cmq)
σ_y , AM	Tensione ammissibile nell'acciaio (Kg/cmq)
τ_{b0} , τ_{b1}	Tensione ammissibile a taglio nel c.c. (Kg/cmq)
τ_a , AM	Tensione ammissibile a taglio nell'acciaio (Kg/cmq)
Kt, AM	Tensione ammissibile nel terreno (Kg/cmq)
σ_c	Tensione di calcolo a compr. nel c.c. (Kg/cmq)
σ_y	Tensione di calcolo a compr/traz. nell'acciaio (Kg/cmq)
τ_b	Tensione di calcolo a taglio nel c.c. (Kg/cmq)
σ_t	Tensione di calcolo nel terreno (Kg/cmq)
T	Taglio (Kg)
N	Sforzo normale (Kg)
dx, (y)	Distanza del baricentro degli estremi x,y (cm)
A	Area (cmq)
Aa	Area acciaio (cmq)
S	Momento statico (cm3)
Jx, (y)	Momento d'inerzia (cm4)
Wsp	Modulo resistenza superiore (cm3)
Win	Modulo resistenza inferiore (cm3)
f	Freccia (cm)
G, g	Carichi permanenti (Kg/mq)
Q, q	Carichi accidentali (Kg/mq)
W, w	Carichi totali (Kg/mq)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

Legge 05/11/1971 n. 1086

D.M. LL.PP. 17/01/2018 - norme tecniche per il calcolo delle strutture

Istruzioni Norme Tecniche per il calcolo delle strutture

Norme e Leggi correlate

Legge 02/02/1974 n. 64 e elementi attuativi

Ord. PCM 3274 del 21/03/2003 e elementi attuativi

norme per costruzioni in zona sismica

Ord. PCM 3519 del 18/04/1985 - zonizzazione sismica Nazionale

CNR n. 10011-85 del 18/04/1985 - norme per le costruzioni in acciaio

CNR n. 1022-85 - profilati formati a freddo

D.M. LL.PP. 16/01/1996 - norme per carichi e sovraccarichi

Norme e Leggi Regionali Correlate

PREMESSA

I calcoli sono eseguiti in conformità delle vigenti norme tecniche di applicazione Nazionale, ai sensi dell'art. 21 legge 05.11.1971 n.1086, successive integrazioni e decreti attuativi. Sono state tenute presenti le caratteristiche, le qualità e le densità dei materiali, come prescritto dalle norme richiamate e descritto dall'allegata relazione illustrativa.

IDENTIFICAZIONE

- Località	:	(41030) BOMPORTO	- Cod. Istat	08036002
- Provincia	:	BOMPORTO	- Regolarità pianta	NO
- Altitudine s.l.m.m.	:	25 m	- Regolarità altezza	SI
- Latitudine	:	44,728470 NORD	- Longitudine	11,03960 EST

PRESTAZIONI ATTESE

Rif. - Descrizione	Parametri	Assegnazioni
2.4.1 Vita nominale	tipo <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> Vn < 10 > 50 > 100	Tipo <input type="text" value="2"/> Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
2.4.2 Classe d'uso	<input type="text" value="I"/> <input type="text" value="II"/> <input type="text" value="III"/> <input type="text" value="IV"/>	Classe <input type="text" value="III"/> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso
2.4.3 Coefficiente d'uso	<input type="text" value="0,7"/> <input type="text" value="1,0"/> <input type="text" value="1,5"/> <input type="text" value="2,0"/>	Cu <input type="text" value="1,5"/> <input type="text" value="III"/>
2.4.4 Periodo di riferimento A.S.	$V_n * C_u$ Prob.Super.Periodo Tempo di ritorno	Vr <input type="text" value="75"/> 10% <input type="text" value="712"/> anni
2.4.5 Zona sismica (Ord. 3274 del 21.03.03)	<input type="text" value="I"/> <input type="text" value="II"/> <input type="text" value="III"/> <input type="text" value="IV"/> S12 S9 S6 S5	Zs <input type="text" value="III-S6"/> Normativa ord.PCM 3274 21.03.03
2.4.6 Resistenza al fuoco	<input type="text" value="30"/> <input type="text" value="60"/> <input type="text" value="90"/> <input type="text" value="120"/>	R <input type="text" value="60"/>
7.2.1 Classi di duttilità	<input type="text" value="CD 'A'"/> <input type="text" value="CD 'B'"/>	CD <input type="text"/>
7.3.3.2 Periodo struttura	<input type="text" value="T1 = 2 √d"/>	d <input type="text" value="0,015"/> m T ₁ <input type="text" value="0,24"/> s
7.4.3.2 Fattori di struttura		qx <input type="text" value="1,50"/> qy <input type="text" value="1,50"/>

DATI GEOTECNICI

2.4.7 Classific. Terreno	<input type="text" value="A"/> <input type="text" value="B"/> <input type="text" value="C"/> <input type="text" value="D"/> <input type="text" value="E"/>	Cl. <input type="text" value="C"/> amp.top <input type="text" value="T1"/>
Fonte	Rel. Geot. <input type="text"/> Nessuna <input type="text"/>	Relazione Geotecnica <input type="text"/>
2.6.1 Approccio di progetto	<input type="text" value="DA1"/> <input type="text" value="DA2"/>	Appr. <input type="text" value="A2"/> C. SICUREZZA <input type="text" value="2,30"/>
6.2.3.3 Cedimenti	<input type="text" value="assoluto accettabile per strutture"/> <input type="text" value="differenziale accettabile fra strutture"/>	<input type="text" value="2,5"/> cm <input type="text" value="2"/> cm
Tipo fondazioni	<input type="text" value="plinto"/> <input type="text" value="continue"/> <input type="text" value="platea"/> <input type="text" value="pali"/>	tipo <input type="text" value="Plinti isolati con cordoli di collegamento"/>
Imposta fondazioni	- <input type="text" value="215"/> - <input type="text" value="235"/> - <input type="text" value="260"/> da P.F.	- <input type="text" value="225"/> da P.F.

METODO DI CALCOLO

I metodi di calcolo adottati nell'analisi strutturale dell'edificio sono:

1) Per i carichi statici: metodo delle deformazioni;

2) Per i carichi sismici: metodo dell' ANALISI DINAMICA LINEARE

Per lo svolgimento del calcolo si è adottata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, salvo diverse specifiche (vedi punto 2.2), i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse, ai fini del calcolo delle forze di piano, siano concentrate alle quote di questi.

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Edificio con elementi strutturali prefabbricati in cantiere di produzione e assemblati in opera.

- Struttura formata da maglia (interasse):

m x luce e m x campate.

m x luci e m x campate.

Elementi strutturali costituiti da:

	<input type="text" value="spogliatoi"/>								
- Pilastri:	<input type="text" value="60x60"/>	<input type="text" value="-"/>							
- Capriate	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>	cm	tipo	larghezza B	sezione		
- Tegolo open :cop. Palestra	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>	cm	c.a.p.				
- Travi : copertura Palestra	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>	cm	c.a.p.				
- Travi : copertura Spogliatoi	<input type="text" value="copertura"/>	H	<input type="text" value="80"/>	cm	c.a.p.	50+20	TL		
- Tegolo binervato :cop.Spogliatoi	<input type="text" value="copertura"/>	H	<input type="text" value="50"/>	cm	c.a.p.	250	TT		
- Travi : impalcato	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>	cm	c.a.p.				
- Travi : impalcato	<input type="text"/>	H	<input type="text"/>	cm	c.a.p.				
- Tamponamenti	<input type="text" value="VERTICALE"/>	<input type="text" value="INCASTRATO"/>	spess	<input type="text" value="35,00"/>	cm	c.a.v.	TAGLIO TERMICO		
- Fondazioni	<input type="text" value="Plinti isolati con cordoli di collegamento"/>								

Per quanto riguarda i vincoli degli elementi che compongono la struttura:

- i pilastri sono considerati incernierati in sommità alle travi di copertura e incastrati al piede nelle fondazioni;
- i tegoli sono considerati incernierati alle loro estremità alla trave di supporto;

Tutti i vincoli si intendono realizzati mediante opportuni dispositivi di bloccaggio previsti in corrispondenza degli appoggi.

ANALISI DEI CARICHI

1.0 CARICHI VERTICALI

Le strutture sono progettate e dimensionate come da normativa indicata. Sono assegnate e assunte per i calcoli le seguenti condizioni di carichi verticali caratteristici (riportate anche sugli elaborati di progetto).

Altitudine	:	as (m)	=	54
Zona	:		=	I - Alpina
Coefficiente di esposizione	:	C _E	=	1
Pendenze di falda	:	p	=	1% < 30%
Coefficiente termico	:	C _T	=	1
Carico neve al suolo	:	q _{sk} (kN/mq)	=	1,50
Coefficiente di forma	:	μ ₁	=	0,8

1.1 COPERTURA TEGOLI TT EDIFICIO SPOGLIATOI

	Cond1 (NS)	Riduzione carico AC	Cond2 (S)		
Peso Proprio tegolo TT copertura	290	1	290	Kg/mq	Condizione PP
Getto integrativo 6 cm	150	1	150	Kg/mq	Condizione 6
Carico medio di eserc.neve con acc.	360	0	0	Kg/mq	Condizione 1
Carichi permanenti (*)	200	1	200	Kg/mq	
TOTALE q₁	1000		640	Kg/mq	

1.2 VERIFICA ACCUMULO NEVE

C.3.4.3.3.2 caso (ii) più gravoso

Coefficiente di forma per scivolam.	μ_s	0		
Dimensioni falde	l_1, l_2	33	14	m
Altezza costruzioni	H_1, H_2	9,4	5,5	m
Coefficiente di forma per ridistrib.	μ_w	6,0	>	5,2
	adottato	4,0		
Coefficiente di forma cop.inferiore	μ_1	0,8		
Carichi neve (l_1+l_2)	Q_1, Q_2	120,0	600,0	Kg/mq
Lunghezze zone	b_1, b_2	14,0	7,8	m
Carico complessivo neve con acc.	Q_t	3552		Kg/m
Carico medio neve con accumulo	q_n	260		Kg/mq
Carico equivalente neve con acc.	q_o	360		Kg/mq

(*) comprensivi di : pendenze (50kg/mq) - isolamento (10 kg/mq) - impermeabilizzazione (5 kg/mq)
carichi appesi (10 kg/mq) - impiantistica di copertura (125 kg/mq)
come descritto da elaborati grafici tav. 1 e 2

1.3 PESI PROPRI UNITARI STRUTTURE (PP) - Condizione Peso Proprio

1.3.1 Trave capriata edificio centrale	(Hmax)	cm	0	Kg/ml
1.3.2 Trave capriata edificio laterale	(Hmax)	cm	0	Kg/ml
1.3.3 Tegolo di copertura/impalcato TT	(H 50)	cm	290	Kg/mq
1.3.4 Pilastro	(B 60x60)	cm	865	Kg/ml
1.3.5 Pannello di tamponamento	(sp35)	cm	430	Kg/mq
1.3.6 Trave copertura I	(H 75)	cm	0	Kg/ml
1.3.7 Trave copertura T	(H)	cm	0	Kg/ml
1.3.8 Trave impalcato L	(H 80)	cm	1150	Kg/ml
1.3.9 Trave impalcato TR	(H)	cm	0	Kg/ml

PESO PROPRIO STRUTTURA : escluso il peso proprio delle travi

CARICO PERMANENTE : aliquota carico di esercizio effettivamente permanente

CARICO ACCIDENTALE : aliquota carico di esercizio effettivamente accidentale

2.0 CARICHI ORIZZONTALI**2.1 VENTO** (Condizione: 2 - (x+) ; 3 - (y+) ; 4 - (x-) ; 5 - (y-))

Vedi scheda allegato N.1

2.2 SISMA (Condizione: sisma X - sisma Y)

Il sito edificatorio è ubicato in zona definita sismica di classe **III-S6**, caratterizzata dalle parametrizzazioni geo-sismiche di cui all'allegato N.2

La costruzione è sismicamente definibile come: R - pianta **NO SI** R - altezza

Le analisi strutturali sono state quindi condotte su modello :

3D

Il metodo di calcolo impiegato è ad elementi finiti, e il calcolo sismico eseguito con:

analisi DINAMICA

Le sollecitazioni derivanti da tale azione sono composte con quelle derivanti dai carichi verticali e le verifiche delle singole strutture, eseguite considerando la combinazione di sollecitazioni più gravose.

La modellazione è effettuata mediante programma agli elementi finiti: **STRAUS 7** **7.2** omologato come da documentazione **allegato 6/a**.

Le masse sono considerate distribuite come effettivamente dislocate sugli elementi strutturali, ovvero concentrate ed applicate nei punti nodali del sistema

Le azioni 2.1 e 2.2 non sono considerate concomitanti.

Si tiene conto delle deformabilità tagliante e flessionale degli elementi monodimensionali.

Coefficiente di smorzamento modale assunto pari a:

5,0%

Tutti i parametri assegnati e di calcolo inerenti le valutazioni sismiche sono descritti e raccolti nell'allegato 2, e tenuto conto delle disposizioni legislative in materia (NTC2018)

SPOGLIATOI

Impalcato di copertura con elementi prefabbricati piani rigidi; incernierati alle travi portanti e con distribuzione di massa e carichi come da effettiva localizzazione.

IMPALCATO RIGIDO NEL PIANO

Eccentricità sismica accidentale considerata pari al
alla direzione sismica di riferimento.

5,0%

della dimensione normale

Le fondazioni superficiali sono progettate in campo elastico, con armature longitudinali minime, per le travi, pari allo 0.2%. I cordoli di collegamento sono valutati per zona C con azione assiale pari a (0,4 Nsd a/g)

AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 17-01-2018.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su queste ultime (travi e pilastri) è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ad agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico eventualmente descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

1) STATO LIMITE ULTIMO

Le sollecitazioni di progetto delle armature degli elementi strutturali sono ricavate agli SLU secondo la seguente operazione:

$$F_d = \gamma_g G_k + \gamma_q (Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ik})) \quad (1)$$

dove:

- G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- Q_{1k} è il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;
- Q_{ik} sono i valori caratteristici delle azioni variabili, tra loro indipendenti;
- γ_g è uguale a 1,4 (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- γ_p è uguale a 0,9 (1,2 se il suo contributo diminuisce la sicurezza);
- γ_q è uguale a 1,5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

Le combinazioni risultanti sono costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula precedente).

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma.

Le sollecitazioni per la verifica allo stato limite ultimo, sono valutate con la formula di combinazione:

$$\alpha'_p \pm \gamma_E^\alpha \quad (2)$$

in cui α rappresenta le sollecitazioni dovute al sisma convenzionale; γ_E è pari a 1,0; mentre α'_p si valuta con riferimento alla seguente combinazione, espressa in forma convenzionale:

$$\alpha'_p = \gamma_g G_k + \gamma_q \cdot (Q_{1k} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \times Q_{ik})) \quad (3)$$

essendo (in aggiunta ai valori precedenti):

- Q_{1k} il valore caratteristico del sovraccarico variabile di base;
- ψ_{0i} i coefficienti di combinazione allo stato limite ultimo.

Come per la formula (1) anche per la formula (3) le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico considerando, a rotazione, ogni condizione di carico accidentale sollecitazione di base (Q_{1k} nelle formule (1) e (3)), ottenendo tanti valori combinati, a cui poi sono stati aggiunti gli effetti del sisma secondo la formula (2).

2) STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 9-1-1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

$$\text{combinazione rara} \quad F_r = G_k + P_k + Q_{ik} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ik})$$

$$\text{combinazione frequente} \quad F_f = G_k + P_k + \psi_{1i} \cdot Q_{ik} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})$$

$$\text{combinazione quasi permanente} \quad F_p = G_k + P_k + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})$$

dove:

ψ_{1i} è il coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

ψ_{2i} è il coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati.

Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Nei tabulati di calcolo sono riportati i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente", "Frequente" e "Rara".

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

Cantiere Via De Andr  - Via Verdi, Comune di Bomporto (MO)

DATA

25/10/2019

Oggetto REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA SCOLASTICA

PG.

8

SPOGLIATOI

COMBINAZIONI DI CARICO**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (fondamentale)**

Num	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1a	Statica X+ SLV fond Vx	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vx	Condizione 2	1.000
1b	Statica X- SLV fond Vx	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vx	Condizione 4	1.000
2a	Statica Y+ SLV fond Vy	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vy	Condizione 3	1.000
2b	Statica Y- SLV fond Vy	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vy	Condizione 3	1.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (sismica)

Num	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
0	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
		Torsione: Presente	Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
3a	Sismica X+ SLV_Dx	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma Y	0.300
3b	Sismica X- SLV_Dx	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma Y	0.300
4a	Sismica Y+ SLV_Dy	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	0.300
			Sisma + Torsione	Sisma Y	1.000
4b	Sismica Y- SLV_Dy	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	0.300
			Sisma + Torsione	Sisma Y	1.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO (sismica)

Num	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
5	Sismica SLD_Dx	Azione sismica: Presente	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
		Torsione: Presente	Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
6	Sismica SLD_Dy	Azione sismica: Presente	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
		Torsione: Presente	Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000

Cliente	Commessa / Contratto	Canilera / Data
ING. SERAFINI	COMUNE DI BOMPORTO	(41030) BOMPORTO
	19-56 A	25/10/2019

2.1 CARICHI ORIZZONTALI

VENTO

DESCRIZIONE	SMB.	VALORI	U.M.	OSSERVAZIONI
Regione		EMILIA ROMAGNA		
Zona	A	2	m	TAB. 7.1
Altitudine S.M.M.	as	25	m	TAB. 7.1
Altitudine di riferimento norma	ao	750	m/s	per as<ao... Vref=Vref,0 (TAB. 7.1)
Velocità di riferimento	Vref	25	N/mq	AREE URBANE - SUBURBANE - INDUSTRIALI
Pressione cinetica di riferimento	qref	391	m	d < 40 Km/A < 500 m
Classe di rugosità	E	II		
Categoria di esposizione	Zmax	5,15		
Altezza costruzione	Ct	1		
Coefficiente di topografia	Kr	0,19		
Coefficienti [(E) - tab. 7.2	Zo	0,05	m	FUNZIONE DI <E> (TAB. 7.2)
	Zmin	4	m	FUNZIONE DI <E> (TAB. 7.2)
Coefficiente di esposizione MIN	Ce,min	1,80		
Coefficiente di esposizione MAX	Ce,max	1,95		
Pressione di riferimento MIN	qref, Ce,min	71,70	Kg/mq	PER ALTEZZE FINO Zmin
Pressione di riferimento MAX	qref, Ce,max	77,51	Kg/mq	PER ALTEZZA Zmax > Zmin variabilità lineare tra Pmin e Pmax
Coefficiente dinamico	Cd	0,9		
Coefficiente d'attrito copertura	Cf	0,02		
Tipo costruzione		STAGNA / NON STAGNA		
Coefficiente di forma - sottovento	Cp1	0,8		STAGNA / NON STAGNA
Coefficiente di forma - sopravvento	Cp2	-0,4		stagna 0,8 / non stagna 0,6, 1,0
Press di calcolo MIN - orizzontale	Pmin/Cp	54,53	Kg/mq	stagna -0,4 / non stagna -0,6, -0,2
Press di calcolo MAX - orizzontale	Pmax/Cp	59,76	Kg/mq	valore cost/min per Z fino a Zmin
radente	Pr	1,40	Kg/mq	valore max per Z > alt massima (variabilità lineare tra Pmin e Pmax)
Tipo copertura		PIANA		VALUTATA PER Pmax
Metodo di calcolo	STATO LIMITE ULTIMO	Pmin		PIANA / DOPPIA PENDENZA
Coefficiente di amplificazione	comb. fondamentale	Pmax		
Coefficiente di comb. non preval.	γ	1,5		
Azione finale oriz. sottovento (+)	γ · a · v	46,48	Kg/mq	80,23
Azione finale oriz. sopravvento (-)	γ · w · p · a	23,23	Kg/mq	25,11
Azione finale oriz. globale	γ · w · p · a	69,69	Kg/mq	75,34
Metodo di calcolo	TENSIONI AMMISSIBILI	Pmin		Pmax
Coefficiente di amplificazione	comb. Fondamentale	Pmin		
Coefficiente di comb. non preval.	γ	1,0		
Azione finale oriz. sottovento (+)	γ · a · v	46,48	Kg/mq	50,23
Azione finale oriz. sopravvento (-)	γ · w · p · a	23,23	Kg/mq	25,11
Azione finale oriz. globale	γ · w · p · a	69,69	Kg/mq	75,34

COMUNE DI BOMPORTO

AREA DI SERVIZIO

TAB. 7.1

ZONA (A)	DESCRIZIONE	Vref,0 (m/s)	ao (m)	ko (1/s)
1	V.Aosta, Piem., Lomb., Trentino, Veneto, Friuli V.G.	25	1000	0,012
2	Emilia Romagna	25	750	0,024
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	27	500	0,03
4	Sicilia e province di Reggio Calabria	28	500	0,03
5	Sardegna (zona a oriente)	28	750	0,024
6	Sardegna (zona a occidente)	28	500	0,03
7	Liguria	29	1000	0,024
8	Provincia di Trieste	31	1500	0,012
9	Isole e mare aperto	31	500	0,03

TAB. 7.2

CATEGORIE DI ESPOSIZIONE DEL SITO	Kr	Zo (m)	Zmin (m)
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

TAB. 7.3

Classe A Aree urbane in cui almeno il 15% della sup. è coperta da edifici con altezza media sup. ai 15 m
Classe B Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
Classe C Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni); aree non riconducibili alle classi A,B,D
Classe D Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mari, laghi...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 Km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

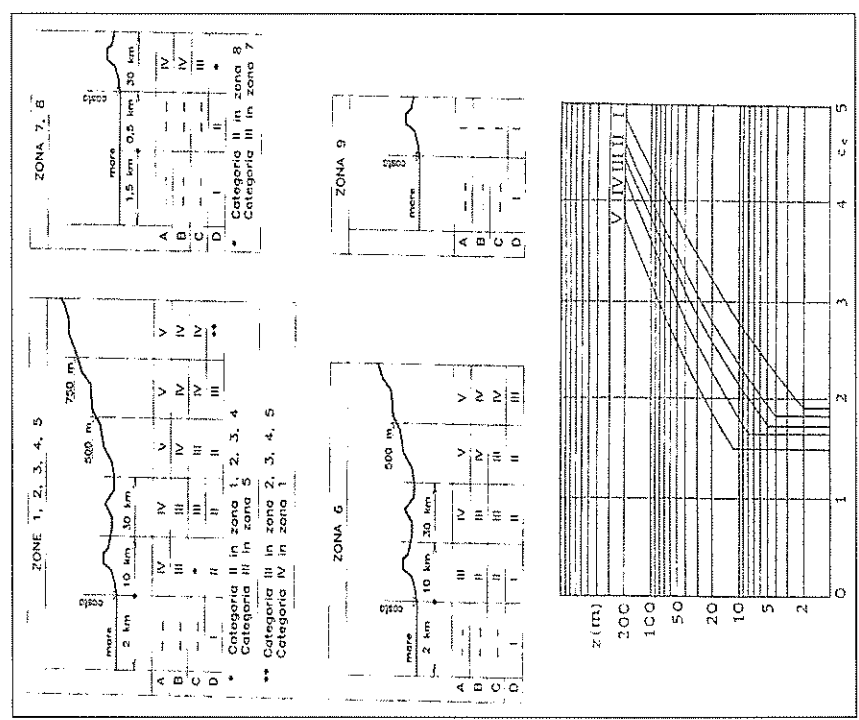
Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Ing. SERAFINI CLAUDIO

Studio Associato Tecnicamente

Via Stelvio, 17, 41122 Modena

ZONIZZAZIONI



Si riportano di seguito le dimostrazioni che, sia per quel che riguarda i carichi dovuti agli accumuli della neve, sia per i carichi dovuti agli impianti, i carichi uniformemente distribuiti considerati nei calcoli portano a sollecitazioni maggiori o uguali a quelli che si possono ricavare considerando la distribuzione effettiva dei carichi.

Accumulo neve

Configurazione da normativa

Vincoli
☒ App. - App.
☐ Inc. - Inc.
☐ Inc. - App.
☐ Mensola
☐ Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	6	1.2	0	7.75
2	1.2	1.2	7.75	13.8

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Risultati
Reazioni vincolari

MA	kNm	0	MB	0
RA	kN	23.4	RB	11.76

Φ_A	[rad]	2.698E+07	Φ_B	2.315E+07
max M+		55.12	x max M+	5.382
max M-		0	x max M-	0
f max	m	1.069E+08	x f max	6.624

Diagrammi
☒ Visualizza

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	23.4	0

N° sezioni di calcolo **Calcola**

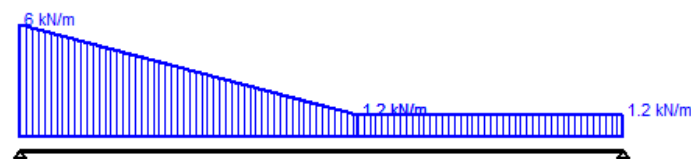


Diagramma Momento

File : -
 Luce = 13.8 m ; E = 1 MPa ; J = 1 cm⁴

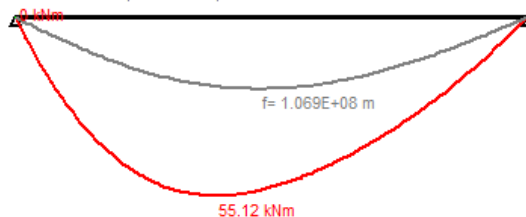
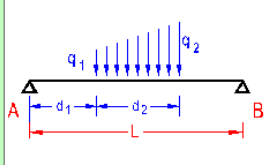


Diagramma Taglio

$$M_{Ed} = 55.1 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 23.4 \text{ kN}$$

Configurazione adottata nelle verifiche

Titolo : _____



Vincoli:
☒ App. - App.
☐ Inc. - Inc.
☐ Inc. - App.
☐ Mensola
☐ Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	3.6	3.6	0	13.8

N° Carichi CONCENTRATI Zoom

N° Coppie CONCENTRATE Zoom

Luce m J cm⁴ Sezione
 E MPa ☒ Distanze parziali

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	0	MB	0
RA	kN	24.84	RB	24.84

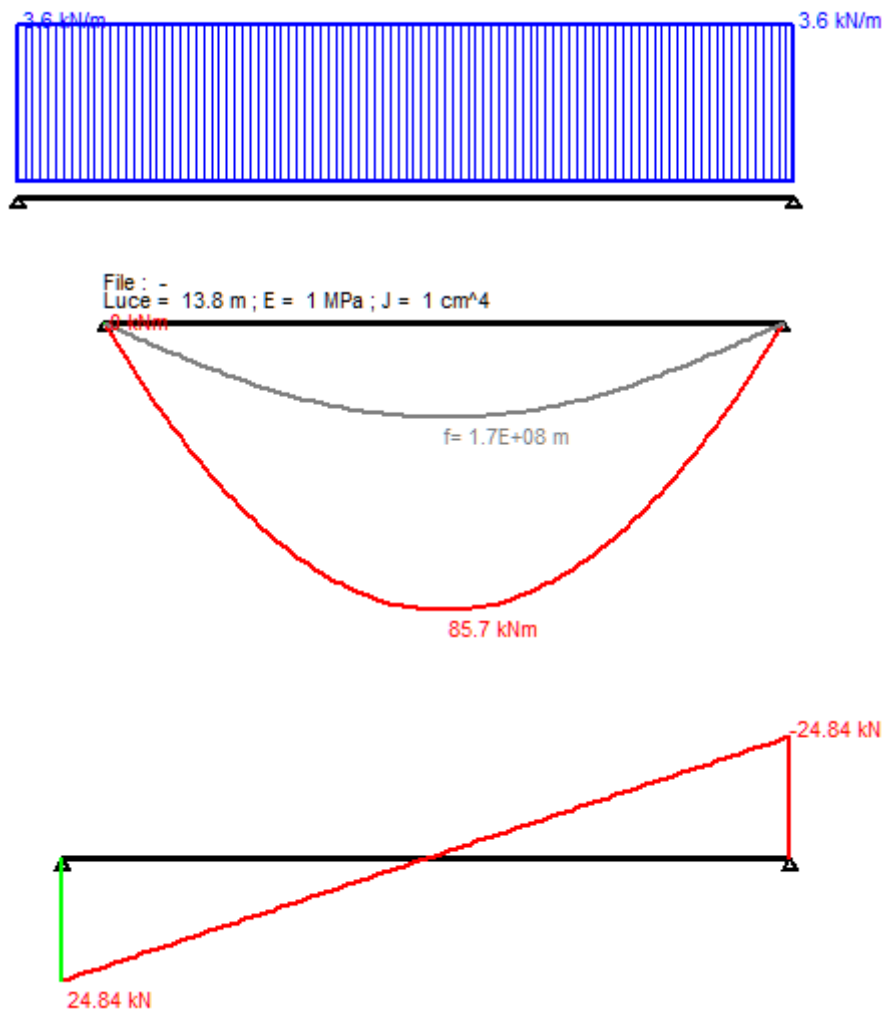
Φ _A	[rad]	3.942E+07	Φ _B	3.942E+07
max M+		85.7	x max M+	6.9
max M-		0	x max M-	0
f max	m	1.7E+08	x f max	6.9

Diagrammi
 Visualizza

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	24.84	0

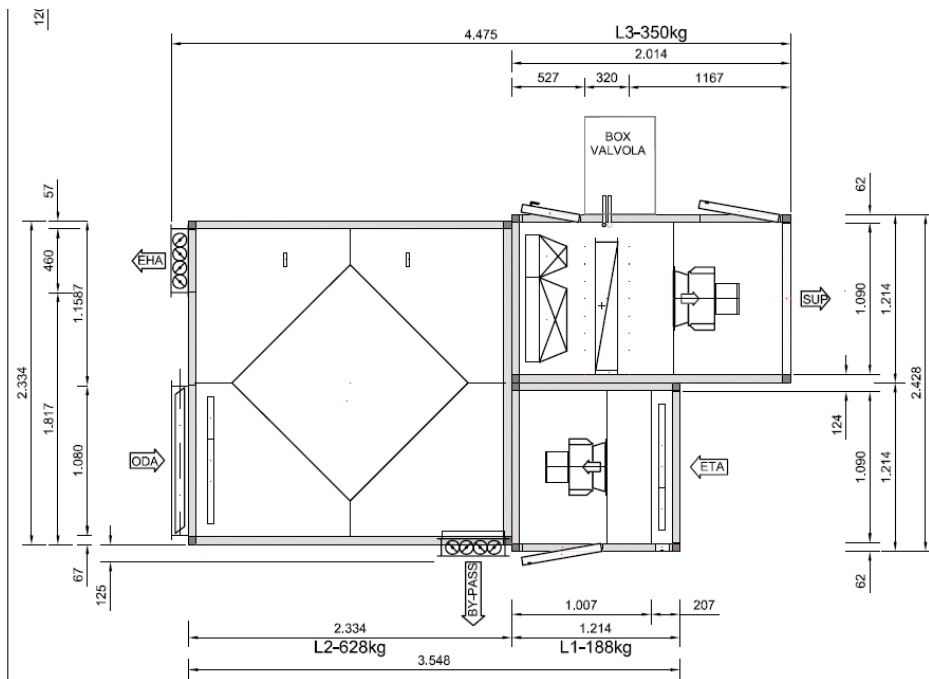
N° sezioni di calcolo



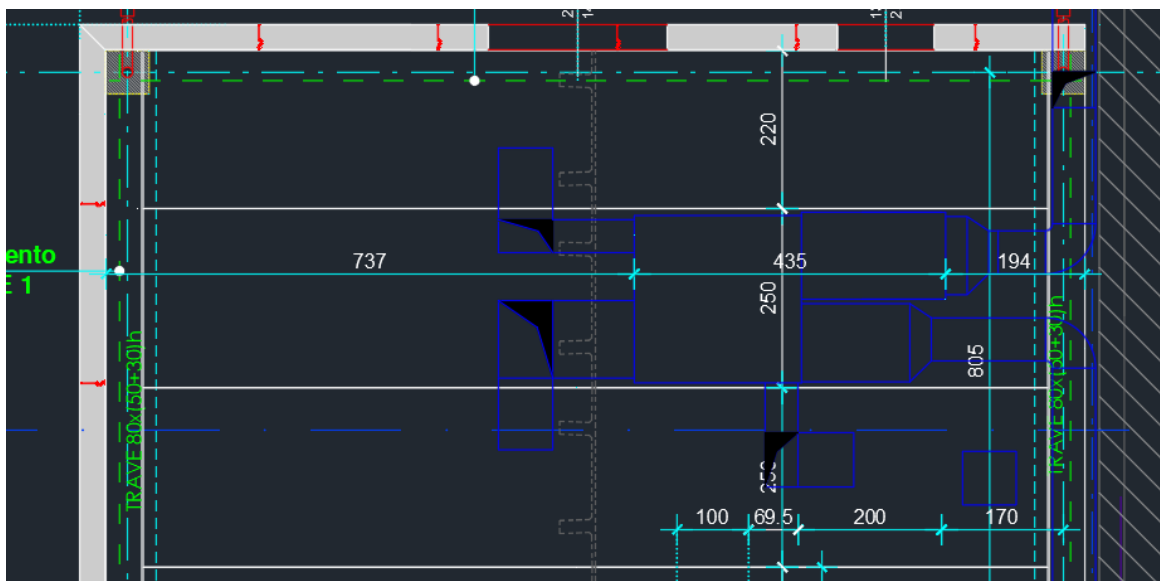
$$M_{Ed} = 85.7 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 24.8 \text{ kN}$$

Come si vede sia i momenti che i tagli di progetto risultano maggiori nella configurazione utilizzata per le verifiche rispetto a quelli relativi alla configurazione prevista dalle norme.

Impianti



La macchina lavora su un singolo tegolo largo 2.5 metri

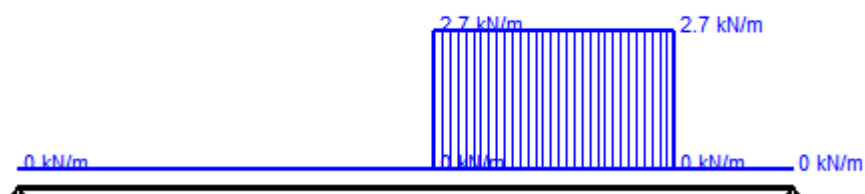


Determinazione della configurazione di carico distribuito corrispondente:

Prima macchina -> $628 \text{ kg} / 2.33 = 2.73 \text{ kN/ml}$

Macchine successive -> $188 + 350 = 538 / 2 = 2.69 \text{ kN/ml}$

Distribuzione dei carichi:



Configurazione in base ai dati reali

Titolo : _____

Vincoli

☒ App. - App.

☐ Inc. - Inc.

☐ Inc. - App.

☐ Mensola

☐ Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N°	q1	q2	d1	d2
1	0	0	0	7.4
2	2.7	2.7	7.4	11.7
3	0	0	11.7	13.8

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

Luce m **J** cm⁴ **Sezione**

E MPa ☐ Distanze parziali

Risultati

Reazioni vincolari

MA kNm **MB**

RA kN **RB**

ΦA [rad] **ΦB**

max M+ **x max M+**

max M- **x max M-**

f max m **x f max**

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Diagrammi

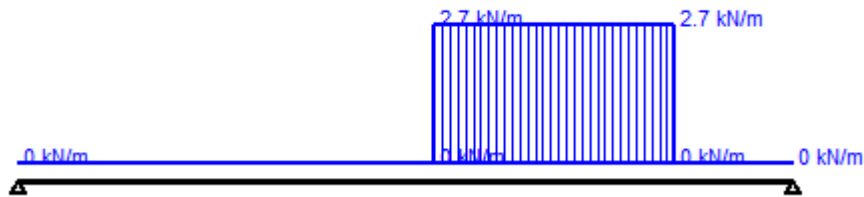
☒ M ☐ V ☐ C

Stampa

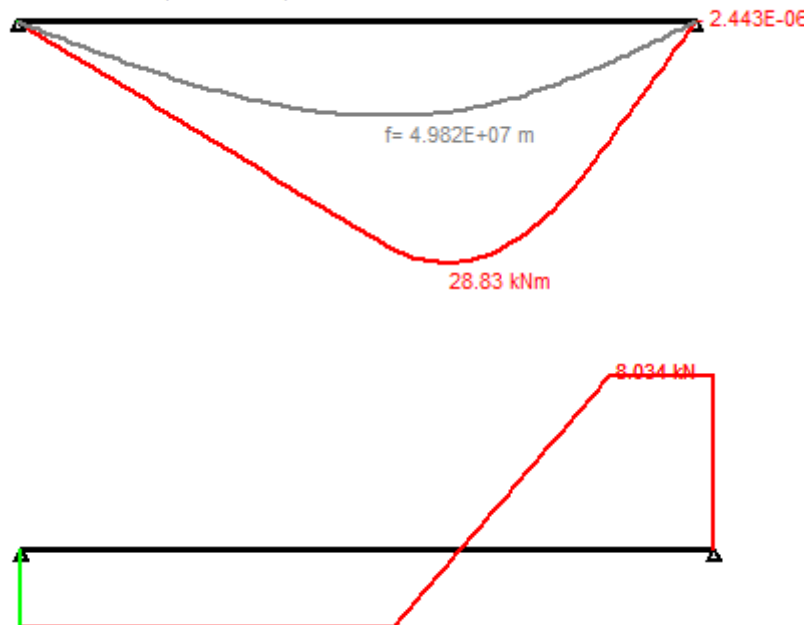
Risultati all'ascissa x

x **M(x)** **V(x)** **f(x)**

N° sezioni di calcolo **Calcola**



File : tegolo spogliatoi_UTA_carico effettivo -
Luce = 13.8 m ; E = 1 MPa ; J = 1 cm⁴



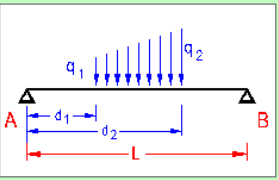
$$M_{Ed} = 28.8 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 8.04 \text{ kN}$$

Configurazione adottata nelle verifiche

Nei calcoli delle strutture (cfr relazione di calcolo) si è considerato un peso uniforme distribuito pari a 1.25 kN/mq; la presente valutazione viene fatta considerando il tegolo per tutta la sua larghezza pari a 2.5 ml

$$Q = 1.25 \times 2.5 = 3.125$$

Titolo : _____



Vincoli
☒ App. - App.
☐ Inc. - Inc.
☐ Inc. - App.
☐ Mensola
☐ Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI kN/m Zoom

N°	q1	q2	d1	d2
1	3.125	3.125	0	13.8

N° Carichi CONCENTRATI kN Zoom

Luce m J cm⁴ Sezione

E MPa ☐ Distanze parziali

Risultati

Reazioni vincolari				
MA	kNm	0	MB	0
RA	kN	21.56	RB	21.56

ΦA [rad] ΦB

max M+		x max M+	
<input type="text" value="74.39"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="6.9"/>	<input type="text" value="0"/>

f max m x f max

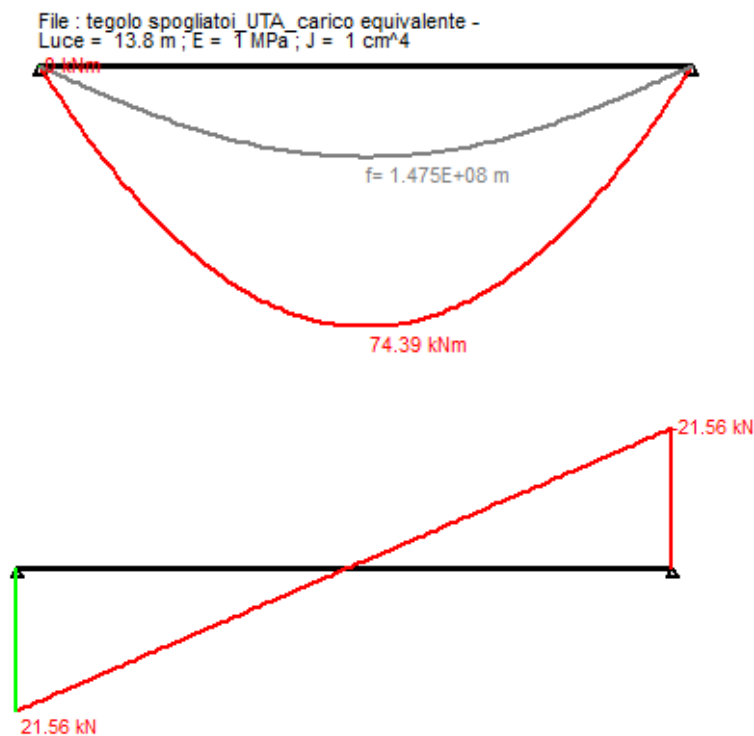
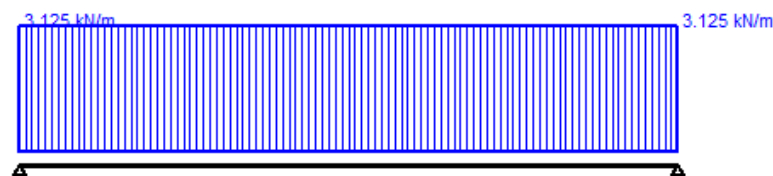
N° Coppie CONCENTRATE kNm Zoom

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)
0	0	21.56	0

N° sezioni di calcolo Calcola

Diagrammi
Visualizza



$$M_{Ed} = 74.3 \text{ kNm} \quad V_{Ed} = 21.6 \text{ kN}$$

Anche in questo caso sia i momenti di progetto che i tagli di progetto risultano maggiori nella configurazione utilizzata per le verifiche rispetto a quelli relativi alla configurazione reale dei carichi dovuti alle macchine

Cantiere Via De Andrè - Via Verdi, Comune di Bomporto (MO)

DATA 25/10/2019

Oggetto REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA SCOLASTICA

PG. 12

SPOGLIATOI

ALLEGATO

2

PARAMETRIZZAZIONI SISMICHE

A - Relazione sulla modellazione sismica

B - Analisi della pericolosità sismica secondo INGV e NTC2018

FASE 1 INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

*FASE 2 SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE
PARAMETRIZZAZIONI ASSOCIATE AGLI SLU*

FASE 3 AZIONI DI PROGETTO SLV - SLD

C - Analisi del comportamento strutturale

A ANALISI DEL FATTORE DI COMPORTAMENTO

B EFFETTI DELLE NON LINEARITÀ GEOMETRICHE

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

Concerne la 'pericolosità sismica di base' del sito di costruzione

GENERALITA'

Il D.M. 17 gennaio 2018 utilizza al meglio le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana, prodotta e messa in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

Tale approccio conduce in media, sull'intero territorio nazionale, ad una significativa ottimizzazione dei costi delle costruzioni antisismiche, a parità di sicurezza.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato 'periodo di riferimento' VR e la probabilità è denominata 'probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento' PVR.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria TI), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Negli sviluppi successivi il sito di riferimento sarà dunque caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica di categoria TI.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata PVR, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono computatamente definite le forme spettrali per la generica PVR: a_g = accelerazione massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre F_0 e T_C^* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

I valori di a_g , F_0 e T_C^* sono riportati nell'Allegato B alle NTC; di essi si fornisce la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno TR, per l'intero territorio nazionale. Si riportano inoltre, in corrispondenza di ciascun valore di TR, i relativi intervalli di confidenza al 95% valutati con riferimento ad una distribuzione log-normale, per fornire una misura della loro variabilità sul territorio ('variabilità spaziale').

STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nel confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Si sono dunque portati a due gli Stati Limite di Esercizio (SLE), facendo precedere lo Stato Limite di Danno (SLD) - ridefinito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanea nelle condizioni post sismiche - dallo Stato Limite di immediata Operatività (SLO), particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.), in tal modo articolando meglio le prestazioni della struttura in termini di esercizio.

In modo analogo, si sono portati a due gli Stati Limite Ultimi (SLU) facendo seguire allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), individuato definendo puntualmente lo stato limite ultimo lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC), particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV, SLC), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'interno di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi 'continuo' le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Le verifiche allo SLO sono richieste solo per gli elementi non strutturali e gli impianti di strutture di classe III e IV. Tale stato limite è inoltre utile come riferimento progettuale per le opere che devono restare operative durante e dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri di protezione civile, ecc.). Le verifiche allo SLC, invece, sono necessarie soltanto per le costruzioni o i ponti isolati e/o dotati di dispositivi dissipativi, di cui al punto 7.10 delle NTC.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (v. Tabella3.2.1 delle NTC) valori della probabilità di superamento PVR pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano invariati quale che sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento VR proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

Viene preliminarmente valutato il periodo di riferimento VR della costruzione (espresso in anni), ottenuto come prodotto tra la vita nominale VN fissata all'atto della progettazione ed il coefficiente d'uso CU che compete alla classe d'uso nella quale la costruzione ricade (v. § 2.4 delle NTC). Si ricava poi, per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR, il periodo di ritorno TR del sisma.

La VN definisce la durata della vita di progetto della struttura. Nelle NTC vengono definiti tre diversi valori di VN, a seconda dell'importanza dell'opera e quindi delle esigenze di curabilità:

- VN=10 anni per opere provvisorie, provvisorie e le strutture in fase costruttiva, che abbiano una durata prevista di progetto non inferiore ai 2 anni. In caso contrario (VN minore di 2 anni) le verifiche sismiche possono essere omesse;
- VN=50 anni (CASO IN ESAME) per opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;
- VN=100 anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Le diverse strutture sono suddivise in classi d'uso, sulla base del livello di affollamento tipicamente presente nell'opera e delle possibili conseguenze, in termini sia di vittime sia di rischi per l'ambiente, derivabili da un eventuale collasso o interruzione d'uso. Sono previste 4 classi d'uso:

- La classe I include costruzioni con un'occasionale presenza di persone, quali ad esempio edifici agricoli;
- La classe II è quella delle costruzioni ordinarie con normali affollamenti, in assenza di sostanze pericolose per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali, quali ad esempio edifici residenziali o uffici non aperti al pubblico;
- La classe III (CASO IN ESAME) è quella delle opere rilevanti, con particolari affollamenti, presenza contemporanea di comunità di dimensioni significative o sostanze pericolose, quali ad esempio scuole, cinema, teatri, musei, o centri commerciali, oltre ad industrie con attività pericolose;
- La classe IV è quella delle opere strategiche, anche in riferimento alla gestione dell'emergenza, come ad esempio municipi, caserme, ospedali, e industrie a rischio.

Alla base dei risultati così ottenuti è la strategia progettuale che impone, al variare del periodo di riferimento VR, la costanza della probabilità di superamento PVR che compete a ciascuno degli stati limite considerati (strategia progettuale di norma).

E' evidente che la riduzione delle probabilità di superamento attribuite ai vari stati limite non può essere arbitraria ma deve allinearsi a precisi concetti di teoria della sicurezza: in particolare, i livelli di protezione che si debbono eventualmente accrescere sono solo quelli nei confronti degli Stati Limite di Servizio, mentre i livelli di protezione nei confronti degli Stati Limite Ultime (più direttamente legati alla sicurezza) possono restare sostanzialmente inmutati perché già ritenuti sufficienti dalla normativa.

I limiti inferiore e superiore di TR fissati dall'appendice A delle NTC sono dovuti all'intervallo di riferimento della pericolosità sismica oggi disponibile; per opere speciali possono considerarsi azioni sismiche riferite a TR più elevati.

Ottenuti i valori di TR corrispondenti ai quattro stati limite considerati si possono infine ricavare, al variare del sito nel quale la costruzione sorge ed utilizzando i dati riportati negli Allegati A e B alle NTC, l'accelerazione del suolo ag e le forme dello spettro di risposta di progetto per ciascun sito, costruzione, situazione d'uso, stato limite.

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si denomina 'risposta sismica locale' l'azione sismica quale emerge in 'superficie' a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come 'superficie' il 'piano di riferimento' quale definito, per le diverse tipologie strutturali, al § 3.2.2 delle NTC. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- effetti stratigrafici, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- effetti topografici, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante accelerogrammi.

Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4). In questo caso, la valutazione della risposta sismica locale consiste nella modifica dello spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di sottosuolo A) su superficie orizzontale (categoria topografica T1).

Le categorie di sottosuolo iscritte nella normativa possono essere:

- A- Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- B- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).
- C- (CASO IN ESAME) Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).
- D- Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).
- E- Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo è fortemente raccomandata la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. In particolare, fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno intergenite con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs,30, definita mediante l'equazione 3.2.1) delle NTC. La velocità equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a 30 m, e nel terreno stratificato in esame, di spessore complessivo ancora pari a 30 m. Essa assume quindi valori differenti da quelli ottenuti dalla media delle velocità dei singoli strati pesata sui relativi spessori, soprattutto in presenza di strati molto deformabili di limitato spessore. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.

In mancanza di misure di V_s , l'identificazione della categoria di sottosuolo può essere effettuata sulla base dei valori di altre grandezze geotecniche, quali il numero dei colpi della prova penetrometrica dinamica (NSPT) per depositi di terreni prevalentemente a grana grossa e la resistenza non drenata (c_u) per depositi di terreni prevalentemente a grana fine.

Le equazioni 3.2.2 e 3.2.3 delle NTC possono ad esempio essere utilizzate per la classificazione di un sito sulla base del numero di colpi misurati in prove penetrometriche dinamiche in terreni a grana grossa nei primi 30 m di profondità, NSPT₃₀, e dei valori della resistenza non drenata di terreni a grana fine nei primi 30 m di profondità, $c_{u,30}$. Le espressioni utilizzate per la determinazione di NSPT₃₀ e $c_{u,30}$ sono simili nella forma a quella utilizzata per la velocità equivalente $V_{s,30}$.

Le Categoria Topografiche inserite nelle norme possono, invece, essere:

T1 - (CASO IN ESAME) Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$

T2 - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$

T4 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le susposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il moto sismico di ciascun punto del suolo al di sotto della costruzione può essere decomposto in componenti secondo tre direzioni ortogonali; per ciascuna componente dell'azione sismica può essere fornita una rappresentazione puntuale mediante la sola accelerazione massima attesa, mediante l'intero spettro di risposta o mediante storie temporali dell'accelerazione (accelerogrammi). Qualora la costruzione sia di dimensioni limitate o le sue fondazioni siano sufficientemente rigide e resistenti, si può assumere che il moto sia lo stesso per tutti i punti al di sotto della costruzione. Altrimenti si deve tener conto della variabilità spaziale del moto, nei modi definiti nel § 7.3.2.5.

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione T ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno.

La forma spettrale per le componenti orizzontali è definita mediante le stesse espressioni fornite dall'EN1998 nelle quali, tuttavia, non si è assunto un singolo valore per l'amplificazione ma si è fornita tale grandezza, F_o , in funzione della pericolosità del sito insieme alle grandezze ag , TC e, conseguentemente, TB , TD . Per la componente verticale, invece, le uniche grandezze fornite in funzione della pericolosità del sito sono l'accelerazione massima, posta pari alla massima accelerazione orizzontale del suolo ag , e l'amplificazione massima F_v , espressa come funzione di ag .

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta. Specificamente, l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente S che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica (SS) e topografica (ST). Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo TC di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente CC , dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo. Il coefficiente di amplificazione topografica ST è definito in funzione delle condizioni topografiche riportate nella Tabella 3.2.IV ed assume i valori riassunti nella Tabella 3.2.VI delle NTC.

Per le componenti orizzontali dell'azione sismica il coefficiente SS è definito nella Tabella 3.2.V delle NTC. Esso è il rapporto tra il valore dell'accelerazione massima attesa in superficie e quello su sottosuolo di categoria A ed è definito in funzione della categoria di sottosuolo e del livello di pericolosità sismica del sito (descritto dal prodotto $F_o \cdot ag$).

Per la componente verticale dell'azione sismica, in assenza di studi specifici, si assume $SS=1$. Il coefficiente CC è definito nella Tabella 3.2.V delle NTC in funzione della categoria di sottosuolo e del valore di TC riferito a sottosuolo di categoria A, TC^* .

CALCOLO SPETTRO DI RISPOSTA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 17 gennaio 2017 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

1) Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.

2) Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base ag , F_0 e T_c per lo Stato Limite previsto; l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.

3) Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.

4) Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerate.

VITA NOMINALE $V_N =$

50 anni
classe III

CLASSE D'USO:

1.5

COEFFICIENTE D'USO:

1.5

PERIODO DI RIFERIMENTO:

75 anni

REGOLARITA' IN ALTEZZA / PIANTA:

REGOLARE / IRREGOLARE

FATTORE DI STRUTTURA q PER COMPONENTE ORIZZONTALE

UNITÀ STRUTTURALE SPOGLIATOI

Pilastri incernierati alla base e impalcato sommitale incernierato : ($q_0 = 2.5$) **$q = 1.5$ (Str. NON Dissipativa)**

FATTORE DI STRUTTURA q PER COMPONENTE VERTICALE

$q = 1.5$

BRESCIA (BS), **17-10-2019**

Il tecnico calcolatore

Ing. Claudio Serafini

Palazzo dello Sport

Via Verdi - Bomporto (MO)

Legenda



Google Earth

© 2018 Google

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

11.03960

LATITUDINE

44.72847

☐ Ricerca per comune

REGIONE

Emilia-Romagna

PROVINCIA

Modena

COMUNE

Bomporto

Elaborazioni grafiche

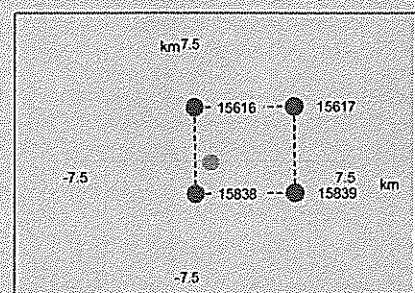
Grafici spettri di risposta

Variazioni dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☐ Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

a le
per
che
> le
sere
così
i, la

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

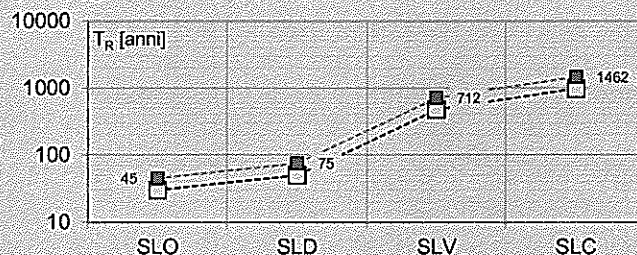
Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.053	2.507	0.265
SLD	75	0.068	2.478	0.275
SLV	712	0.185	2.554	0.276
SLC	1462	0.244	2.488	0.285

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** ▼ info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** ▼ info

$S_s = 1.417$

$C_c = 1.605$ info

Categoria topografica **T1** ▼ info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s **1.5**

Regol. in altezza **sì** ▼ info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1.5**

$\eta = 0.667$ info

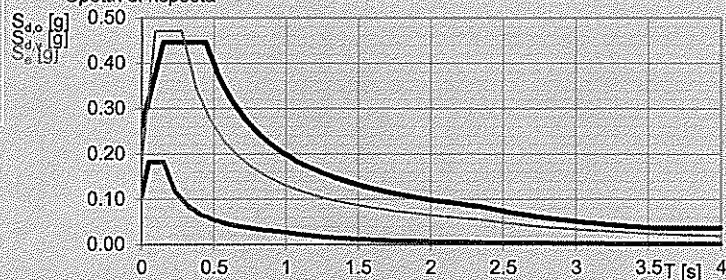
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.185 g
F_o	2.554
T_c^*	0.276 s
S_S	1.417
C_C	1.605
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.417
η	0.667
T_B	0.148 s
T_C	0.443 s
T_D	2.338 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.262
$T_B \leftarrow$	0.148	0.445
$T_C \leftarrow$	0.443	0.445
	0.534	0.370
	0.624	0.316
	0.714	0.277
	0.804	0.245
	0.895	0.221
	0.985	0.201
	1.075	0.184
	1.165	0.169
	1.256	0.157
	1.346	0.147
	1.436	0.138
	1.526	0.129
	1.616	0.122
	1.707	0.116
	1.797	0.110
	1.887	0.105
	1.977	0.100
	2.068	0.096
	2.158	0.092
	2.248	0.088
$T_D \leftarrow$	2.338	0.084
	2.417	0.079
	2.496	0.074
	2.576	0.070
	2.655	0.066
	2.734	0.062
	2.813	0.058
	2.892	0.055
	2.971	0.052
	3.050	0.050
	3.130	0.047
	3.209	0.045
	3.288	0.043
	3.367	0.041
	3.446	0.039
	3.525	0.037
	3.604	0.037
	3.683	0.037
	3.763	0.037
	3.842	0.037
	3.921	0.037
	4.000	0.037

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** Info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** Info

$S_s = 1.500$

$C_c = 1.609$ Info

Categoria topografica **T1** Info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ Info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ Info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s **1.5**

Regol. in altezza **sì** Info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q_v **1.5**

$\eta = 0.667$ Info

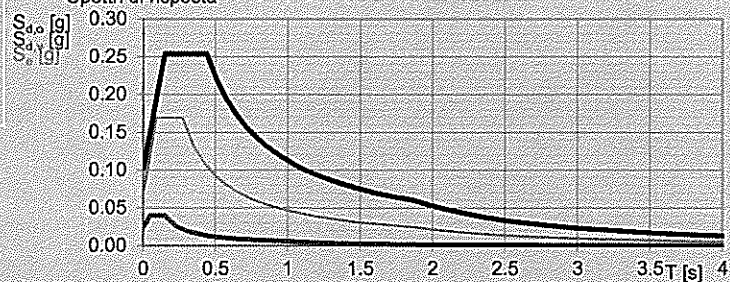
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.068 g
F_o	2.478
T_c^*	0.275 s
S_s	1.500
C_c	1.609
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.147 s
T_C	0.442 s
T_D	1.873 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.103
$T_B \leftarrow$	0.147	0.254
$T_C \leftarrow$	0.442	0.254
	0.510	0.220
	0.578	0.194
	0.646	0.174
	0.714	0.157
	0.783	0.143
	0.851	0.132
	0.919	0.122
	0.987	0.114
	1.055	0.106
	1.123	0.100
	1.192	0.094
	1.260	0.089
	1.328	0.085
	1.396	0.080
	1.464	0.077
	1.533	0.073
	1.601	0.070
	1.669	0.067
	1.737	0.065
	1.805	0.062
$T_D \leftarrow$	1.873	0.060
	1.975	0.054
	2.076	0.049
	2.177	0.044
	2.278	0.040
	2.380	0.037
	2.481	0.034
	2.582	0.032
	2.684	0.029
	2.785	0.027
	2.886	0.025
	2.987	0.024
	3.089	0.022
	3.190	0.021
	3.291	0.019
	3.392	0.018
	3.494	0.017
	3.595	0.016
	3.696	0.015
	3.797	0.015
	3.899	0.014
	4.000	0.013

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

VALUTAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO									
TIPO COSTRUZIONE									
VITA NOMINALE	Vn								
	1	2	3						
	<= 10	>= 50	>= 100						
CLASSE D'USO	Classe								
COEFFICIENTE D'USO	I	II	III	IV					
	0.7	1	1.5	2					
				esercizio		ultimi			
STATI LIMITE ESERCIZIO	SLDI	SLO	SLD	SLV	SLC	SLR			
PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	99.4%	81%	63%	10%	5%	0%			
PERDITA ECONOMICA DIRETTA (% di CR)	0%	7.5%	15%	50%	80%	100%			
PERIODO DI RITORNO Tr AL VARIARE VITA DI RIFERIMENTO Vr	<=30	0.60*Vr	Vr	9.50*Vr	19.5*Vr	>=2475			
PERIODO DI RIFERIMENTO	Vr=50*0.7			35	35	35			
TEMPO DI TITORNO	Tr			21	35	332	682		
PERIODO DI RIFERIMENTO	Vr=50*1			50	50	50	50		
TEMPO DI TITORNO	Tr			30	50	475	975		
PERIODO DI RIFERIMENTO	Vr=50*1.5			75	75	75	75		
TEMPO DI TITORNO	Tr			45	75	712	1462		

ANALISI DEL FATTORE DI STRUTTURA : dissipativo / non dissipativo										-
SOLO PER PARETI E SETTI IN C.A.										
STRUTTURA PREFABBRICATA										
PILASTRI INCASTRATI ALLA BASE										
PILASTRI INCASTRATI ALLA BASE										
copertura rigida										
R,p										
R,h										
K,w										
2.50										
1										
NO										
SI										
NO										
1.00										
1.00										
1.00										
(q°cd"B" x R,p x R,h x K,w)										
(qno x R,h x K,w)										
NON LINEARITÀ GEOMETRICHE (da applicare al taglio sismico)										
R										
θ										
NO										
1.00										
(accertato)										
carico verticale totale										
385447										
[kg]										
spostamento relativo interpiano										
1.535										
[cm]										
tagliante sismica di piano										
171622										
[kg]										
altezza del piano										
360										
[cm]										
(θ)										
0.0096										
< 0.1(?)										
15,35 * 10^(-3) m										
non dissipativo										
1.50										
FATTORE DI STRUTTURA										
CONSIGLIATO										
tipo										
non dissipativo										
q										
1.50										
committente : SPOGLIATOI BOMPORTO										
cantiere : SPOGLIATOI BOMPORTO										

PALESTRA

RELAZIONE TECNICA e di CALCOLO RELAZIONE sui MATERIALI

1 - Relazione di calcolo delle strutture

- ✓ Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale
- ✓ Simbologia
- ✓ Normativa di riferimento
- ✓ Premessa
- ✓ Identificazione
- ✓ Prestazioni attese
- ✓ Dati geotecnici
- ✓ Metodo di calcolo
- ✓ Descrizione generale dell'opera
- ✓ Analisi dei carichi
 - Carichi verticali
 - Carichi orizzontali
 - * Vento (Allegato 1)
 - * Sisma (Allegato 2)
- ✓ Azioni sulla struttura
 - Stato limite ultimo
 - Stati limite di esercizio
- ✓ Combinazioni delle azioni

2 -

- ✓ Relazione sui materiali e resistenze di calcolo
 - Calcestruzzo
 - Acciaio per carpenteria
 - Acciaio per c.a.
 - Terreno

3 -

- ✓ Relazione sulle opere di fondazione
- ✓ Relazione geologica / geotecnica (Allegato 6)

4 - Fascicolo dei calcoli delle strutture portanti

- ✓ Verifiche elementi strutturali prefabbricati (Allegato 3 - A)
- ✓ Verifiche collegamenti elementi strutturali (Allegato 3 - B)
- ✓ Verifiche delle fondazioni (Allegato 3 - C)
- ✓ Risultati delle azioni alla base dei pilastri (Allegato 4)
- ✓ Codice di calcolo impiegato e principali risultati di analisi
 - Denominazione
 - Sintesi delle funzionalità generali
 - Fascicolo risultati principali delle elaborazioni digitali
 - Dati e analisi strutturali (Allegato 5/a)
 - Soll. e config. significative (Allegato 5/b)
- ✓
- ✓

- ✓ Manuale uso e manutenzione delle strutture

- ✓ Elaborati grafici esecutivi e particolari costruttivi elementi in forniture

SIMBOLOGIA

Ec	Modulo di elasticità del calcestruzzo (Kg/cmq)
Ey	Modulo di elasticità dell'acciaio (Kg/cmq)
n	$E_y/E_c = 15$ coefficiente di omogeneizzazione
R'bk	Resistenza caratteristica del c.c. (Kg/cmq)
R'y	Resistenza caratteristica dell'acciaio (Kg/cmq)
σ_c , AM	Tensione ammissibile a compress. nel c.c. (Kg/cmq)
σ_y , AM	Tensione ammissibile nell'acciaio (Kg/cmq)
τ_{b0} , τ_{b1}	Tensione ammissibile a taglio nel c.c. (Kg/cmq)
τ_a , AM	Tensione ammissibile a taglio nell'acciaio (Kg/cmq)
Kt, AM	Tensione ammissibile nel terreno (Kg/cmq)
σ_c	Tensione di calcolo a compr. nel c.c. (Kg/cmq)
σ_y	Tensione di calcolo a compr/traz. nell'acciaio (Kg/cmq)
τ_b	Tensione di calcolo a taglio nel c.c. (Kg/cmq)
σ_t	Tensione di calcolo nel terreno (Kg/cmq)
T	Taglio (Kg)
N	Sforzo normale (Kg)
dx, (y)	Distanza del baricentro degli estremi x,y (cm)
A	Area (cmq)
Aa	Area acciaio (cmq)
S	Momento statico (cm ³)
Jx, (y)	Momento d'inerzia (cm ⁴)
Wsp	Modulo resistenza superiore (cm ³)
Win	Modulo resistenza inferiore (cm ³)
f	Freccia (cm)
G, g	Carichi permanenti (Kg/mq)
Q, q	Carichi accidentali (Kg/mq)
W, w	Carichi totali (Kg/mq)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative:

Legge 05/11/1971 n. 1086

D.M. LL.PP. 17/01/2018 - norme tecniche per il calcolo delle strutture

Istruzioni Norme Tecniche per il calcolo delle strutture

Norme e Leggi correlate

Legge 02/02/1974 n. 64 e elementi attuativi

Ord. PCM 3274 del 21/03/2003 e elementi attuativi

norme per costruzioni in zona sismica

Ord. PCM 3519 del 18/04/1985 - zonizzazione sismica Nazionale

CNR n. 10011-85 del 18/04/1985 - norme per le costruzioni in acciaio

CNR n. 1022-85 - profilati formati a freddo

D.M. LL.PP. 16/01/1996 - norme per carichi e sovraccarichi

Norme e Leggi Regionali Correlate

PREMESSA

I calcoli sono eseguiti in conformità delle vigenti norme tecniche di applicazione Nazionale, ai sensi dell'art. 21 legge 05.11.1971 n.1086, successive integrazioni e decreti attuativi. Sono state tenute presenti le caratteristiche, le qualità e le densità dei materiali, come prescritto dalle norme richiamate e descritto dall'allegata relazione illustrativa.

IDENTIFICAZIONE

- Località	:	(41030) BOMPORTO	- Cod. Istat	08036002
- Provincia	:	BOMPORTO	- Regolarità pianta	NO
- Altitudine s.l.m.m.	:	25 m	- Regolarità altezza	SI
- Latitudine	:	44.728470 NORD	- Longitudine	11.03960 EST

PRESTAZIONI ATTESE

Rif. - Descrizione	Parametri	Assegnazioni
2.4.1 Vita nominale	tipo <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> Vn < 10 > 50 > 100	Tipo <input type="text" value="2"/> Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
2.4.2 Classe d'uso	<input type="text" value="I"/> <input type="text" value="II"/> <input type="text" value="III"/> <input type="text" value="IV"/>	Classe <input type="text" value="III"/> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti varie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso
2.4.3 Coefficiente d'uso	<input type="text" value="0.7"/> <input type="text" value="1.0"/> <input type="text" value="1.5"/> <input type="text" value="2.0"/>	Cu <input type="text" value="1.5"/> <input type="text" value="III"/> <input type="text"/>
2.4.4 Periodo di riferimento A.S.	Vn * Cu Prob.Super.Periodo Tempo di ritorno	Vr <input type="text" value="75"/> <input type="text" value="10%"/> <input type="text" value="712"/> anni <input type="text"/>
2.4.5 Zona sismica (Ord. 3274 del 21.03.03)	<input type="text" value="I"/> <input type="text" value="II"/> <input type="text" value="III"/> <input type="text" value="IV"/> S12 S9 S6 S5	Zs <input type="text" value="III-S6"/> <input type="text"/> Normativa ord.PCM 3274 21.03.03
2.4.6 Resistenza al fuoco	<input type="text" value="30"/> <input type="text" value="60"/> <input type="text" value="90"/> <input type="text" value="120"/>	R <input type="text" value="60"/> <input type="text"/>
7.2.1 Classi di duttilità	<input type="text" value="CD 'A'"/> <input type="text" value="CD 'B'"/>	CD <input type="text" value="B"/> <input type="text"/>
7.3.3.2 Periodo struttura	<input type="text" value="T1 = 2 √d"/>	d <input type="text" value="0.075"/> m T ₁ <input type="text" value="0.55"/> s
7.4.3.2 Fattori di struttura	<input type="text" value="DISSIPATIVO"/>	qx <input type="text" value="1.50"/> qy <input type="text" value="1.50"/>

DATI GEOTECNICI

2.4.7 Classific. Terreno	<input type="text" value="A"/> <input type="text" value="B"/> <input type="text" value="C"/> <input type="text" value="D"/> <input type="text" value="E"/>	Cl. <input type="text" value="C"/> amp.top <input type="text" value="T1"/> <input type="text"/>
Fonte	Rel. Geot. <input type="text" value="Nessuna"/>	Relazione Geotecnica <input type="text"/>
2.6.1 Approccio di progetto	<input type="text" value="DA1"/> <input type="text" value="DA2"/>	Appr. <input type="text" value="A2"/> <input type="text" value="C. SICUREZZA"/> <input type="text" value="2.30"/> <input type="text"/>
6.2.3.3 Cedimenti	<input type="text" value="assoluto accettabile per strutture"/> <input type="text" value="differenziale accettabile fra strutture"/>	<input type="text" value="2.5"/> cm <input type="text" value="2"/> cm
Tipo fondazioni	<input type="text" value="plinto"/> <input type="text" value="continue"/> <input type="text" value="platea"/> <input type="text" value="pali"/>	tipo <input type="text" value="Plinti isolati con cordoli di collegamento"/>
Imposta fondazioni	<input type="text" value="- 215"/> <input type="text" value="- 235"/> <input type="text" value="- 260"/> da P.F.	- <input type="text" value="225"/> da P.F. <input type="text"/>

METODO DI CALCOLO

I metodi di calcolo adottati nell'analisi strutturale dell'edificio sono:

1) Per i carichi statici: metodo delle deformazioni;

2) Per i carichi sismici: metodo dell' ANALISI DINAMICA LINEARE

Per lo svolgimento del calcolo si è adottata l'ipotesi che, in corrispondenza dei piani sismici, salvo diverse specifiche (vedi punto 2.2), i solai siano infinitamente rigidi nel loro piano e che le masse, ai fini del calcolo delle forze di piano, siano concentrate alle quote di questi.

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Edificio con elementi strutturali prefabbricati in cantiere di produzione e assemblati in opera.

- Struttura MONOPIANO formata da maglia (interasse):

m x luce e m x campate.

palestra 24.50 m x 1 luci e 10.45/10.50 m x 3 campate.

Elementi strutturali costituiti da:

- Pilastrì: palestra
70x70 -

					tipo	larghezza B	sezione
- Capriate		H		cm	c.a.p.		

- Tegolo open :cop. Palestra	copertura	H	85	cm	c.a.p.	250	Alare
------------------------------	-----------	---	----	----	--------	-----	-------

- Travi : copertura Palestra	copertura	H	75	cm	c.a.p.	70	TI
------------------------------	-----------	---	----	----	--------	----	----

- Travi : copertura Spogliatoi		H		cm	c.a.p.		
--------------------------------	--	---	--	----	--------	--	--

- Tegolo binervato :cop.Spogliatoi		H		cm	c.a.p.		
------------------------------------	--	---	--	----	--------	--	--

- Travi : impalcato		H		cm	c.a.p.		
---------------------	--	---	--	----	--------	--	--

- Travi : impalcato		H		cm	c.a.p.		
---------------------	--	---	--	----	--------	--	--

- Tamponamenti	VERTICALE	INCASTRATO	spess	35.00	cm	c.a.v.	TAGLIO TERMICO
----------------	-----------	------------	-------	-------	----	--------	----------------

- Fondazioni	Plinti isolati con cordoli di collegamento	
--------------	--	--

Per quanto riguarda i vincoli degli elementi che compongono la struttura:

- i pilastrì sono considerati incernierati in sommità alle travi di copertura e incastrati al piede nelle fondazioni;

- i tegoli sono considerati incernierati alle loro estremità alla trave di supporto;

Tutti i vincoli si intendono realizzati mediante opportuni dispositivi di bloccaggio previsti in corrispondenza degli appoggi.

ANALISI DEI CARICHI**1.0 CARICHI VERTICALI**

Le strutture sono progettate e dimensionate come da normativa indicata. Sono assegnate e assunte per i calcoli le seguenti condizioni di carichi verticali caratteristici (riportate anche sugli elaborati di progetto).

Altitudine	:	as (m)	=	54
Zona	:		=	I - Alpina
Coefficiente di esposizione	:	C _E	=	1
Pendenze di falda	:	p	=	1% < 30%
Coefficiente termico	:	C _T	=	1
Carico neve al suolo	:	q _{sk} (kN/mq)	=	1,50
Coefficiente di forma	:	μ ₁	=	0,8

1.1 COPERTURA TEGOLI OPEN EDIFICIO PALESTRA

	Cond1 (NS)	Riduzione carico AC	Cond2 (S)		
Peso Proprio 8 tegoli copertura	170	1	170	Kg/mq	Condizione PP
Carico Permanente / Manto Cop. (*)	25	1	25	Kg/mq	Condizione 6
Carico di esercizio: neve	120	0	0	Kg/mq	Condizione 1
Incremento medio X acc. neve	20	0	0	Kg/mq	
TOTALE q₁	335		195	Kg/mq	

1.2 VERIFICA ACCUMULO NEVE**C.3.4.3.3 caso (ii) più gravoso**

Angoli falde	α _{1,α2}	24	67	90°	(°)
Angolo medio	α _{m1,2}	45,5			(°)
Coefficienti di forma	μ _{1,μ2,μ3}	0,8	1,6	0	
Carichi neve	q _{1,q2,q3}	120	240	0	Kg/mq
Dimensioni falde	l ₁	1,6			m
	l ₂		3,3		m
Carico complessivo neve (l ₁ +l ₂) ac	Q		684		Kg
Carico medio neve con accumulo	q		140		Kg/mq
Incremento medio del valore minimo	Δ		20		Kg/mq

(*) comprensivi di : peso proprio sched (11 kg/mq) - eventuale fotovoltaico (4 kg/mq)
carichi e impiantistica appesi (10 kg/mq)
come descritto da elaborati grafici tav. 1 e 2

1.3 PESI PROPRI UNITARI STRUTTURE (PP) - Condizione Peso Proprio

1.3.1 Tegolo alare	(Hmax)	cm	735	Kg/ml
1.3.2 Trave capriata edificio laterale	(Hmax)	cm	0	Kg/ml
1.3.3 Tegolo di copertura/impalcato TT	(H 50)	cm	0	Kg/mq
1.3.4 Pilastro	(B 70x70)	cm	1175	Kg/ml
1.3.5 Pannello di tamponamento	(sp35)	cm	430	Kg/mq
1.3.6 Trave copertura I	(H 75)	cm	960	Kg/ml
1.3.7 Trave copertura T	(H)	cm	0	Kg/ml
1.3.8 Trave impalcato L	(H 80)	cm	0	Kg/ml
1.3.9 Trave impalcato TR	(H)	cm	0	Kg/ml

PESO PROPRIO STRUTTURA : escluso il peso proprio delle travi

CARICO PERMANENTE : aliquota carico di esercizio effettivamente permanente

CARICO ACCIDENTALE : aliquota carico di esercizio effettivamente accidentale

2.0 CARICHI ORIZZONTALI

2.1 VENTO (Condizione: 2 - (x+) ; 3 - (y+) ; 4 - (x-) ; 5 - (y-))

Vedi scheda allegato N.1

2.2 SISMA (Condizione: sisma X - sisma Y)

Il sito edificatorio è ubicato in zona definita sismica di classe **III-S6**, caratterizzata dalle parametrizzazioni geo-sismiche di cui all'allegato N.2

La costruzione è sismicamente definibile come: R - pianta **NO SI** R - altezza

Le analisi strutturali sono state quindi condotte su modello :

3D

Il metodo di calcolo impiegato è ad elementi finiti, e il calcolo sismico eseguito con:

analisi DINAMICA

Le sollecitazioni derivanti da tale azione sono composte con quelle derivanti dai carichi verticali e le verifiche delle singole strutture, eseguite considerando la combinazione di sollecitazioni più gravose.

La modellazione è effettuata mediante programma agli elementi finiti: **STRAUS 7 7.2** omologato come da documentazione allegato 6/a.

Le masse sono considerate distribuite come effettivamente dislocate sugli elementi strutturali, ovvero concentrate ed applicate nei punti nodali del sistema

Le azioni 2.1 e 2.2 non sono considerate concomitanti.

Si tiene conto delle deformabilità tagliante e flessionale degli elementi monodimensionali.

Coefficiente di smorzamento modale assunto pari a:

5,0%

Tutti i parametri assegnati e di calcolo inerenti le valutazioni sismiche sono descritti e raccolti nell'allegato 2, e tenuto conto delle disposizioni legislative in materia (NTC2018) PALESTRA

Impalcato di copertura con elementi prefabbricati piani rigidi; incernierati alle travi portanti e con distribuzione di massa e carichi come da effettiva localizzazione.

IMPALCATO non RIGIDO NEL PIANO

Eccentricità sismica accidentale considerata pari al
alla direzione sismica di riferimento.

5,0%

della dimensione normale

Le fondazioni superficiali sono progettate in campo elastico, con armature longitudinali minime, per le travi, pari allo 0.2%. I cordoli di collegamento sono valutati per zona C con azione assiale pari a (0,4 Nsd a/g)

AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 17-01-2018.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su queste ultime (travi e pilastri) è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ad agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico eventualmente descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

1) STATO LIMITE ULTIMO

Le sollecitazioni di progetto delle armature degli elementi strutturali sono ricavate agli SLU secondo la seguente operazione:

$$F_d = \gamma_g G_k + \gamma_q (Q_{1k} + \sum_{i=2}^{i=n} (\psi_{0i} Q_{ik})) \quad (1)$$

dove:

- G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- Q_{1k} è il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;
- Q_{ik} sono i valori caratteristici delle azioni variabili, tra loro indipendenti;
- γ_g è uguale a 1,4 (1,0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);
- γ_p è uguale a 0,9 (1,2 se il suo contributo diminuisce la sicurezza);
- γ_q è uguale a 1,5 (0 se il suo contributo aumenta la sicurezza);

Le combinazioni risultanti sono costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula precedente).

In zona sismica, oltre alle sollecitazioni derivanti dalle generiche condizioni di carico statiche, devono essere considerate anche le sollecitazioni derivanti dal sisma.

Le sollecitazioni per la verifica allo stato limite ultimo, sono valutate con la formula di combinazione:

$$\alpha'_p \pm \gamma_E^\alpha \quad (2)$$

in cui α rappresenta le sollecitazioni dovute al sisma convenzionale; γ_E è pari a 1,0; mentre α'_p si valuta con riferimento alla seguente combinazione, espressa in forma convenzionale:

$$\alpha'_p = \gamma_g G_k + \gamma_q \cdot (Q_{1k} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} \times Q_{ik})) \quad (3)$$

essendo (in aggiunta ai valori precedenti):

- Q_{ik} il valore caratteristico del sovraccarico variabile di base;
- ψ_{0i} i coefficienti di combinazione allo stato limite ultimo.

Come per la formula (1) anche per la formula (3) le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico considerando, a rotazione, ogni condizione di carico accidentale sollecitazione di base (Q_{ik} nelle formule (1) e (3)), ottenendo tanti valori combinati, a cui poi sono stati aggiunti gli effetti del sisma secondo la formula (2).

2) STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 9-1-1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

combinazione rara $F_r = G_k + P_k + Q_{jk} + \sum (\psi_{0i} \cdot Q_{ik})$

combinazione frequente $F_f = G_k + P_k + \psi_{11} \cdot Q_{jk} + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})$

combinazione quasi permanente $F_p = G_k + P_k + \sum (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})$

dove:

ψ_{11} è il coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;

ψ_{2i} è il coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base (Q_{1k} nella formula (1)), con ciò dando origine a tanti valori combinati.

Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione dell'elemento sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Nei tabulati di calcolo sono riportati i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "Quasi Permanente", "Frequente" e "Rara".

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

Cantiere Via De Andr  - Via Verdi, Comune di Bomporto (MO)

DATA

25/10/2019

Oggetto

REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA SCOLASTICA

PG.

8

PALESTRA

COMBINAZIONI DI CARICO**COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (fondamentale)**

Num	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
1a	Statica X+ SLV fond Vx	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vx	Condizione 2	1.000
1b	Statica X- SLV fond Vx	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vx	Condizione 4	1.000
2a	Statica Y+ SLV fond Vy	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vy	Condizione 3	1.000
2b	Statica Y- SLV fond Vy	Azione sismica: Assente	Permanente: PP	Condizione PP	1.300
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.300
			Variabile: Neve	Condizione 1	1.500
			Variabile: Vento Vy	Condizione 3	1.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (sismica)

Num	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
0	Dinamica	Azione sismica: Presente	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
		Torsione: Presente	Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
3a	Sismica X+ SLV_Dx	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma Y	0.300
3b	Sismica X- SLV_Dx	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma Y	0.300
4a	Sismica Y+ SLV_Dy	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	0.300
			Sisma + Torsione	Sisma Y	1.000
4b	Sismica Y- SLV_Dy	Con azione sismica	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
			Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
			Sisma + Torsione	Sisma X	0.300
			Sisma + Torsione	Sisma Y	1.000

COMBINAZIONI PER LE VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI DANNO (sismica)

Num	Descrizione	Parametri	Tipo azione/categoria	Condizione	Moltiplicatore
5	Sismica SLD_Dx	Azione sismica: Presente	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
		Torsione: Presente	Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000
6	Sismica SLD_Dy	Azione sismica: Presente	Permanente: PP	Condizione PP	1.000
		Torsione: Presente	Permanente: Permanente portato	Condizione 6	1.000

Cliente	Commissa / Contratto		Caratteristica / Data
ING. SERAFINI	COMUNE DI BOMPORTO	(41030) BOMPORTO	
	19-56 A	25/10/2019	

2.1 CARICHI ORIZZONTALI

VENTO

DESCRIZIONE	SIMB.	VALORI	U.M.	OSSERVAZIONI
Regione	A	EMILIA ROMAGNA		TAB. 7.1
Zona	as	25	m	
Altitudine S.M.M.	ao	750	m	TAB. 7.1
Altitudine di riferimento	Vref	25	m/s	per as<ao...Vref=Vref.ao (TAB. 7.1)
Velocità di riferimento	qref	391	N/mq	
Pressione cinetica di riferimento	E	D		AREE URBANE - SUBURBANE - INDUSTRIALI
Classe di rugosità	Zmax	II		d.c.> 40 Km/A < 500 m
Categoria di esposizione	Ct	9,40	m	
Altezza costruzione	Kr	1		
Coefficiente di topografia	Zo	0,19		FUNZIONE DI <E> (TAB. 7.2)
Coefficienti (IE) - tab. 7.2	Zmin	0,05	m	FUNZIONE DI <E> (TAB. 7.2)
		4	m	FUNZIONE DI <E> (TAB. 7.2)
Coefficiente di esposizione MIN	Ce,min	1,80		
Coefficiente di esposizione MAX	Ce,max	2,31		
Pressione di riferimento MIN	qref. Ce,min	71,70	Kg/mq	PER ALTEZZE FINO Zmin
Pressione di riferimento MAX	qref. Ce,max	92,11	Kg/mq	PER ALTEZZA Zmax > Zmin variabile lineare tra Pmin e Pmax
Coefficiente dinamico	Cd	0,9		
Coefficiente d'attrito copertura	Cf	0,02		
Tipo costruzione		STAGNA / NON STAGNA		
Coefficiente di forma - sottovento	Cp1	0,8		STAGNA / NON STAGNA
Coefficiente di forma - sopravvento	Cp2	-0,4		stagna 0,8 / non stagna 0,6, 1,0
Press di calcolo MIN - orizzontale	Pmin/Cp	64,53	Kg/mq	stagna -0,4 / non stagna -0,6 -0,2
Press di calcolo MAX - orizzontale	Pmax/Cp	82,90	Kg/mq	valore costmin per Z fino a Zmin
radente	Pr	1,66	Kg/mq	valore max per Z = alt massima variabile fra Pmin e Pmax
Tipo copertura		PIANA		VALUTATA PER Pmax
Metodo di calcolo	STATO LIMITE ULTIMO	Pmin		PIANA / DOPPIA PENDENZA
Coefficiente di amplificazione	comb. fondamentale	Pmax		
Coefficiente di comb. non preval.	γ	1,5		
Azione finale oriz. sottovento (+)	γ ov	46,46	Kg/mq	89,68
Azione finale oriz. sopravvento (-)	γ sv	23,23	Kg/mq	29,84
Azione finale oriz. globale	γ g	69,69	Kg/mq	89,53
Metodo di calcolo	TENSIONI AMMISSIBILI	Pmin		
Coefficiente di amplificazione	comb. Fondamentale	Pmax		
Coefficiente di comb. non preval.	γ	1,0		
Azione finale oriz. sottovento (+)	γ ov	46,46	Kg/mq	59,68
Azione finale oriz. sopravvento (-)	γ sv	23,23	Kg/mq	29,84
Azione finale oriz. globale	γ g	69,69	Kg/mq	89,53

TAB. 7.1

ZONA (A)	DESCRIZIONE	Vref.ao (m/s)	ao (m)	ko (1/s)
1	V.Aosta, Piem., Lomb., Trentino, Veneto, Friuli V.G.	25	1000	0,012
2	Emilia Romagna	25	750	0,024
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria	27	500	0,03
4	Sicilia e province di Reggio Calabria	28	500	0,03
5	Sardegna (zona a oriente)	28	750	0,024
6	Sardegna (zona a occidentale)	28	500	0,03
7	Liguria	29	1000	0,024
8	Provincia di Trieste	31	1500	0,012
9	Isole e mare aperto	31	500	0,03

TAB. 7.2

CATEGORIE DI ESPOSIZIONE DEL SITO	Kr	Zo (m)	Zmin (m)
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

TAB. 7.3

Classe A Area urbana in cui almeno il 15% della sup. è coperta da edifici con altezza media sup. ai 15 m
Classe B Area urbana (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
Classe C Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni); aree non riconducibili alle classi A,B,D
Classe D Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, areoport, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mari, laghi...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe di rugosità A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 Km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

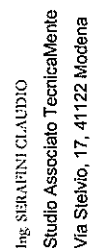
Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi rigorose, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

Ing. SERAFINI CLAUDIO

Studio Associato Tecnicamente

Via Stelvio, 17, 41122 Modena

ZONIZZAZIONI



Cantiere Via De Andrè - Via Verdi, Comune di Bomporto (MO)

DATA 25/10/2019

Oggetto REALIZZAZIONE NUOVA PALESTRA SCOLASTICA
PALESTRA

PG. 12

ALLEGATO

2

PARAMETRIZZAZIONI SISMICHE

A - Relazione sulla modellazione sismica

B - Analisi della pericolosità sismica secondo INGV e NTC2018

FASE 1 INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

*FASE 2 SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE
PARAMETRIZZAZIONI ASSOCIATE AGLI SLU*

FASE 3 AZIONI DI PROGETTO SLV - SLD

C - Analisi del comportamento strutturale

A ANALISI DEL FATTORE DI COMPORTAMENTO

B EFFETTI DELLE NON LINEARITÀ GEOMETRICHE

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

Concernente la 'pericolosità sismica di base' del sito di costruzione

GENERALITA'

Il D.M. 17 gennaio 2018 utilizza al meglio le possibilità offerte dalla definizione della pericolosità sismica italiana, prodotta e messa in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

L'azione sismica è valutata in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido a superficie orizzontale, riferendosi non ad una zona sismica territorialmente coincidente con più entità amministrative, ad un'unica forma spettrale e ad un periodo di ritorno prefissato ed uguale per tutte le costruzioni, come avveniva in precedenza, bensì sito per sito e costruzione per costruzione.

Tale approccio conduce in media, sull'intero territorio nazionale, ad una significativa ottimizzazione dei costi delle costruzioni antisismiche, a parità di sicurezza.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato 'periodo di riferimento' VR e la probabilità è denominata 'probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento' PVR.

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei modi previsti dalle NTC, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria A) con superficie topografica orizzontale (di categoria TI), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti. Negli sviluppi successivi il sito di riferimento sarà dunque caratterizzato da sottosuolo di categoria A e superficie topografica di categoria TI.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata PVR, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

In particolare, i caratteri del moto sismico su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono computatamente definite le forme spettrali per la generica PVR: a_g = accelerazione massima al sito;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale; T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale. Il valore di a_g è desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dallo INGV, mentre F_0 e T_C^* sono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

I valori di a_g , F_0 e T_C^* sono riportati nell'Allegato B alle NTC; di essi si fornisce la rappresentazione in termini di andamento medio in funzione del periodo di ritorno TR, per l'intero territorio nazionale. Si riportano inoltre, in corrispondenza di ciascun valore di TR, i relativi intervalli di confidenza al 95% valutati con riferimento ad una distribuzione log-normale, per fornire una misura della loro variabilità sul territorio ('variabilità spaziale').

STATI LIMITE E RELATIVE PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

- Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Si sono dunque portati a due gli Stati Limite di Esercizio (SLE), facendo precedere lo Stato Limite di Danno (SLD) - ridefinito come stato limite da rispettare per garantire inagibilità solo temporanea nelle condizioni post sismiche - dallo Stato Limite di immediata Operatività (SLO), particolarmente utile come riferimento progettuale per le opere che debbono restare operative durante e subito dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri della protezione civile, etc.), in tal modo articolando meglio le prestazioni della struttura in termini di esercizio.

In modo analogo, si sono portati a due gli Stati Limite Ultimi (SLU) facendo seguire allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), individuato definendo puntualmente lo stato limite ultimo lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC), particolarmente utile come riferimento progettuale per alcune tipologie strutturali (strutture con isolamento e dissipazione di energia) e, più in generale, nel quadro complessivo della progettazione antisismica.

I quattro stati limite così definiti, consentono di individuare quattro situazioni diverse che, al crescere progressivo dell'azione sismica, ed al conseguente progressivo superamento dei quattro stati limite ordinati per azione sismica crescente (SLO, SLD, SLV, SLC), fanno corrispondere una progressiva crescita del danneggiamento all'interno di struttura, elementi non strutturali ed impianti, per individuare così univocamente ed in modo quasi 'continuo' le caratteristiche prestazionali richieste alla generica costruzione.

Le verifiche allo SLO sono richieste solo per gli elementi non strutturali e gli impianti di strutture di classe III e IV. Tale stato limite è inoltre utile come riferimento progettuale per le opere che devono restare operative durante e dopo il terremoto (ospedali, caserme, centri di protezione civile, ecc.). Le verifiche allo SLC, invece, sono necessarie soltanto per le costruzioni o i ponti isolati o/o dotati di dispositivi dissipativi, di cui al punto 7.10 delle NTC.

Ai quattro stati limite sono stati attribuiti (v. Tabella 3.2.1 delle NTC) valori della probabilità di superamento PVR pari rispettivamente a 81%, 63%, 10% e 5%, valori che restano invariati quale che sia la classe d'uso della costruzione considerata; tali probabilità, valutate nel periodo di riferimento VR proprio della costruzione considerata, consentono di individuare, per ciascuno stato limite, l'azione sismica di progetto corrispondente.

Viene preliminarmente valutato il periodo di riferimento VR della costruzione (espresso in anni), ottenuto come prodotto tra la vita nominale VN fissata all'atto della progettazione ed il coefficiente d'uso CU che compete alla classe d'uso nella quale la costruzione ricade (v. § 2.4 delle NTC). Si ricava poi, per ciascuno stato limite e relativa probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento VR, il periodo di ritorno TR del sisma.

La VN definisce la durata della vita di progetto della struttura. Nelle NTC vengono definiti tre diversi valori di VN, a seconda dell'importanza dell'opera e quindi delle esigenze di curabilità:

- VN<=10 anni per opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva, che abbiano una durata prevista di progetto non inferiore ai 2 anni. In caso contrario (VN minore di 2 anni) le verifiche sismiche possono essere omesse;
- VN>=50 anni (CASO IN ESAME) per opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale;
- VN>=100 anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Le diverse strutture sono suddivise in classi d'uso, sulla base del livello di affollamento tipicamente presente nell'opera e delle possibili conseguenze, in termini sia di vittime sia di rischi per l'ambiente, derivabili da un eventuale collasso o interruzione d'uso. Sono previste 4 classi d'uso:

- La classe I include costruzioni con un'occasionale presenza di persone, quali ad esempio edifici agricoli;
- La classe II è quella delle costruzioni ordinarie con normali affollamenti, in assenza di sostanze pericolose per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali, quali ad esempio edifici residenziali o uffici non aperti al pubblico;
- La classe III (CASO IN ESAME) è quella delle opere rilevanti, con particolari affollamenti, presenza contemporanea di comunità di dimensioni significative o sostanze pericolose, quali ad esempio scuole, cinema, teatri, musei, o centri commerciali, oltre ad industrie con attività pericolose;
- La classe IV è quella delle opere strategiche, anche in riferimento alla gestione dell'emergenza, come ad esempio municipi, caserme, ospedali, e industrie a rischio.

Alla base dei risultati così ottenuti è la strategia progettuale che impone, al variare del periodo di riferimento VR, la costanza della probabilità di superamento PVR che compete a ciascuno degli stati limite considerati (strategia progettuale di norma).

E' evidente che la riduzione delle probabilità di superamento attribuite ai vari stati limite non può essere arbitraria ma deve allinearsi a precisi concetti di teoria della sicurezza: in particolare, i livelli di protezione che si debbono eventualmente accrescere sono solo quelli nei confronti degli Stati Limite di Esercizio, mentre i livelli di protezione nei confronti degli Stati Limite Ultimi (più direttamente legati alla sicurezza) possono restare sostanzialmente inmutati perché già ritenuti sufficienti dalla normativa.

I limiti inferiore e superiore di TR fissati dall'appendice A delle NTC sono dovuti all'intervallo di riferimento della pericolosità sismica oggi disponibile; per opere speciali possono considerarsi azioni sismiche riferite a TR più elevati.

ottenuti i valori di TR corrispondenti ai quattro stati limite considerati si possono infine ricavare, al variare del sito nel quale la costruzione sorge ed utilizzando i dati riportati negli Allegati A e B alle NTC, l'accelerazione del suolo ag e le forme dello spettro di risposta di progetto per ciascun sito, costruzione, situazione d'uso, stato limite.

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive. È necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si denomina 'risposta sismica locale' l'azione sismica quale emerge in 'superficie' a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come 'superficie' il 'piano di riferimento' quale definito, per le diverse tipologie strutturali, al § 3.2.2 delle NTC. Le modifiche sopra citate corrispondono a:

- effetti stratigrafici, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- effetti topografici, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello diffratto. I fenomeni di amplificazione cresta-base aumentano in proporzione al rapporto tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante accelerogrammi.

Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4). In questo caso, la valutazione della risposta sismica locale consiste nella modifica dello spettro di risposta in accelerazione del moto sismico di riferimento, relativo all'affioramento della formazione rocciosa (categoria di sottosuolo A) su superficie orizzontale (categoria topografica T1).

Le categorie di sottosuolo inserite nella normativa possono essere:

A- Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B- Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C- (CASO IN ESAME) Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D- Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E- Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo è fortemente raccomandata la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs. In particolare, fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno intergenere con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente Vs,30, definita mediante l'equazione 3.2.1) delle NTC. La velocità equivalente è ottenuta imponendo l'equivalenza tra i tempi di arrivo delle onde di taglio in un terreno omogeneo equivalente, di spessore pari a 30 m, e nel terreno stratificato in esame, di spessore complessivo ancora pari a 30 m. Essa assume quindi valori differenti da quelli ottenuti dalla media delle velocità dei singoli strati pesata sui relativi spessori, soprattutto in presenza di strati molto deformabili di limitato spessore. Lo scopo della definizione adottata è quello di privilegiare il contributo degli strati più deformabili.

In mancanza di misure di V_s , l'identificazione della categoria di sottosuolo può essere effettuata sulla base dei valori di altre grandezze geotecniche, quali il numero dei colpi della prova penetrometrica dinamica (NSPT) per depositi di terreni prevalentemente a grana grossa e la resistenza non drenata (c_u) per depositi di terreni prevalentemente a grana fine.

Le equazioni 3.2.2 e 3.2.3 delle NTC possono ad esempio essere utilizzate per la classificazione di un sito sulla base del numero di colpi misurati in prove penetrometriche dinamiche in terreni a grana grossa nei primi 30 m di profondità, NSPT₃₀, e dei valori della resistenza non drenata di terreni a grana fine nei primi 30 m di profondità, $c_{u,30}$. Le espressioni utilizzate per la determinazione di NSPT₃₀ e $c_{u,30}$ sono simili nella forma a quella utilizzata per la velocità equivalente $V_{s,30}$.

Le Categoria Topografiche inserite nelle norme possono, invece, essere:

T1 - (CASO IN ESAME) Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i = 15^\circ$

T2 - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

T3 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ = i = 30^\circ$

T4 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Le susepstrate categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Il moto sismico di ciascun punto del suolo al di sotto della costruzione può essere decomposto in componenti secondo tre direzioni ortogonali; per ciascuna componente dell'azione sismica può essere fornita una rappresentazione puntuale mediante la sola accelerazione massima attesa, mediante l'intero spettro di risposta o mediante storie temporali dell'accelerazione (accelerogrammi). Qualora la costruzione sia di dimensioni limitate o le sue fondazioni siano sufficientemente rigide e resistenti, si può assumere che il moto sia lo stesso per tutti i punti al di sotto della costruzione. Altrimenti si deve tener conto della variabilità spaziale del moto, nei modi definiti nel § 7.3.2.5.

La rappresentazione di riferimento per le componenti dell'azione sismica è lo spettro di risposta elastico in accelerazione per uno smorzamento convenzionale del 5%. Esso fornisce la risposta massima in accelerazione del generico sistema dinamico elementare con periodo di oscillazione T ed è espresso come il prodotto di una forma spettrale per l'accelerazione massima del terreno.

La forma spettrale per le componenti orizzontali è definita mediante le stesse espressioni fornite dall'EN1998 nelle quali, tuttavia, non si è assunto un singolo valore per l'amplificazione ma si è fornita tale grandezza, F_o , in funzione della pericolosità del sito insieme alle grandezze ag , TC e, conseguentemente, TB , TD . Per la componente verticale, invece, le uniche grandezze fornite in funzione della pericolosità del sito sono l'accelerazione massima, posta pari alla massima accelerazione orizzontale del suolo ag , e l'amplificazione massima F_v , espressa come funzione di ag .

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta. Specificamente, l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente S che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafica (SS) e topografica (ST). Per le componenti orizzontali dell'azione sismica, il periodo TC di inizio del tratto a velocità costante dello spettro, è funzione invece del coefficiente CC , dipendente anch'esso dalla categoria di sottosuolo. Il coefficiente di amplificazione topografica ST è definito in funzione delle condizioni topografiche riportate nella Tabella 3.2.IV ed assume i valori riassunti nella Tabella 3.2.VI delle NTC.

Per le componenti orizzontali dell'azione sismica il coefficiente SS è definito nella Tabella 3.2.V delle NTC. Esso è il rapporto tra il valore dell'accelerazione massima attesa in superficie e quello su sottosuolo di categoria A ed è definito in funzione della categoria di sottosuolo e del livello di pericolosità sismica del sito (descritto dal prodotto $F_o ag$).

Per la componente verticale dell'azione sismica, in assenza di studi specifici, si assume $SS=1$. Il coefficiente CC è definito nella Tabella 3.2.V delle NTC in funzione della categoria di sottosuolo e del valore di TC riferito a sottosuolo di categoria A, TC^* .

CALCOLO SPETTRO DI RISPOSTA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 17 gennaio 2017 "Norme tecniche per le Costruzioni".

In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- 1) Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- 2) Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base ag , $F0$ e T_e per lo Stato Limite previsto; l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio.
- 3) Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- 4) Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerate.

VITA NOMINALE $V_N =$

CLASSE D'USO:

COEFFICIENTE D'USO:

PERIODO DI RIFERIMENTO:

REGOLARITA' IN ALTEZZA / PIANTA:

50 anni

classe III

1.5

75 anni

REGOLARE / IRREGOLARE

FATTORE DI STRUTTURA q PER COMPONENTE ORIZZONTALE

UNITA' STRUTTURALE PALESTRA

Struttura a pendolo inverso : ($q_0 = 1.5$)

FATTORE DI STRUTTURA q PER COMPONENTE VERTICALE

BRESCIA (BS), 17-10-2019

Il tecnico calcolatore
Ing. Claudio Serafini

Palazzo dello Sport

Via Verdi - Bomporto (MO)

Legenda

44.72847 11.0396

Google Earth

© 2018 Google



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

LONGITUDINE

11.03960

LATITUDINE

44.72847

☐ Ricerca per comune

REGIONE

Emilia-Romagna ▼

PROVINCIA

Modena ▼

COMUNE

Bomporto ▼

Elaborazioni grafiche

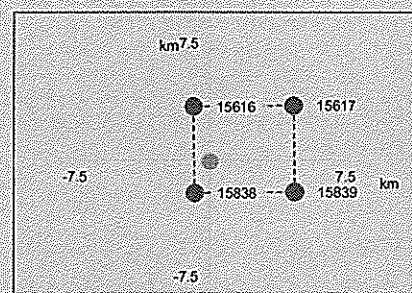
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

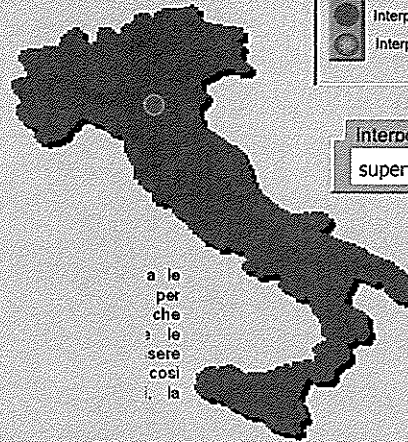
Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☐ Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata ▼

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

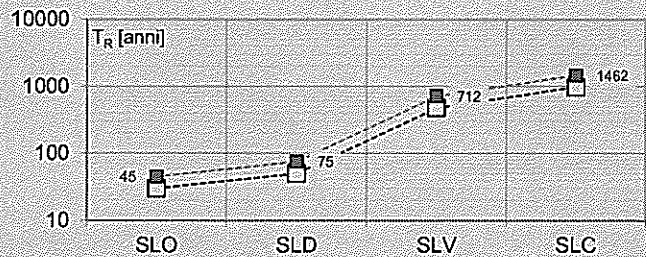
Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.053	2.507	0.265
SLD	75	0.068	2.478	0.275
SLV	712	0.185	2.554	0.276
SLC	1462	0.244	2.488	0.285

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_s = 1.417$

$C_c = 1.605$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o **1.5**

Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1.5**

$\eta = 0.667$ info

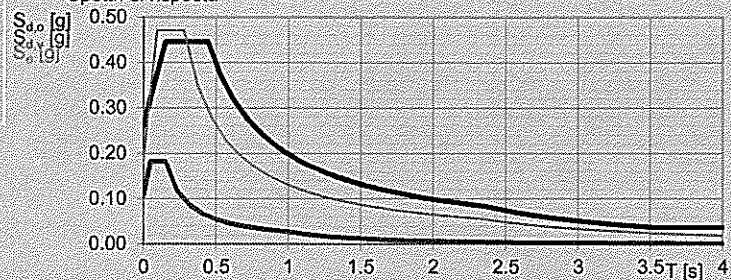
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

— Spettro di progetto - componente orizzontale
— Spettro di progetto - componente verticale
— Spettro elastico di riferimento (Cal. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.185 g
F_o	2.554
T_C	0.276 s
S_S	1.417
C_C	1.605
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.417
η	0.667
T_B	0.148 s
T_C	0.443 s
T_D	2.338 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.262
$T_B \leftarrow$	0.148	0.445
$T_C \leftarrow$	0.443	0.445
	0.534	0.370
	0.624	0.316
	0.714	0.277
	0.804	0.245
	0.895	0.221
	0.985	0.201
	1.075	0.184
	1.165	0.169
	1.256	0.157
	1.346	0.147
	1.436	0.138
	1.526	0.129
	1.616	0.122
	1.707	0.116
	1.797	0.110
	1.887	0.105
	1.977	0.100
	2.068	0.096
	2.158	0.092
	2.248	0.088
$T_D \leftarrow$	2.338	0.084
	2.417	0.079
	2.496	0.074
	2.576	0.070
	2.655	0.066
	2.734	0.062
	2.813	0.058
	2.892	0.055
	2.971	0.052
	3.050	0.050
	3.130	0.047
	3.209	0.045
	3.288	0.043
	3.367	0.041
	3.446	0.039
	3.525	0.037
	3.604	0.037
	3.683	0.037
	3.763	0.037
	3.842	0.037
	3.921	0.037
	4.000	0.037

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.107 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.481
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.107
$T_B \leftarrow$	0.050	0.182
$T_C \leftarrow$	0.150	0.182
	0.235	0.116
	0.320	0.085
	0.405	0.067
	0.490	0.056
	0.575	0.048
	0.660	0.041
	0.745	0.037
	0.830	0.033
	0.915	0.030
$T_D \leftarrow$	1.000	0.027
	1.094	0.023
	1.188	0.019
	1.281	0.017
	1.375	0.014
	1.469	0.013
	1.563	0.011
	1.656	0.010
	1.750	0.009
	1.844	0.008
	1.938	0.007
	2.031	0.007
	2.125	0.006
	2.219	0.006
	2.313	0.005
	2.406	0.005
	2.500	0.004
	2.594	0.004
	2.688	0.004
	2.781	0.004
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.003
	3.156	0.003
	3.250	0.003
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.002
	4.000	0.002

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLD** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_s = 1.500$

$C_c = 1.609$ info

Categoria topografica **T1** info

$h/H = 0.000$

$S_T = 1.000$ info

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☒ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\eta = 1.000$ info

☐ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s **1.5**

Regol. in altezza **sì** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1.5**

$\eta = 0.667$ info

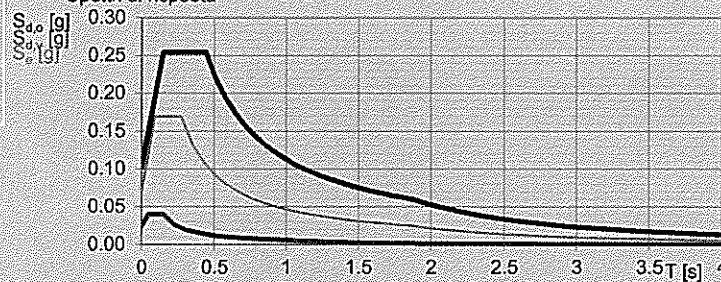
Elaborazioni

Grafici spettri di risposta info

Parametri e punti spettri di risposta info

- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.068 g
F_o	2.478
T_C	0.275 s
S_S	1.500
C_C	1.609
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.147 s
T_C	0.442 s
T_D	1.873 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.103
$T_B \leftarrow$	0.147	0.254
$T_C \leftarrow$	0.442	0.254
	0.510	0.220
	0.578	0.194
	0.646	0.174
	0.714	0.157
	0.783	0.143
	0.851	0.132
	0.919	0.122
	0.987	0.114
	1.055	0.106
	1.123	0.100
	1.192	0.094
	1.260	0.089
	1.328	0.085
	1.396	0.080
	1.464	0.077
	1.533	0.073
	1.601	0.070
	1.669	0.067
	1.737	0.065
	1.805	0.062
$T_D \leftarrow$	1.873	0.060
	1.975	0.054
	2.076	0.049
	2.177	0.044
	2.278	0.040
	2.380	0.037
	2.481	0.034
	2.582	0.032
	2.684	0.029
	2.785	0.027
	2.886	0.025
	2.987	0.024
	3.089	0.022
	3.190	0.021
	3.291	0.019
	3.392	0.018
	3.494	0.017
	3.595	0.016
	3.696	0.015
	3.797	0.015
	3.899	0.014
	4.000	0.013

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
a_{qv}	0.024 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.875
S	1.000
η	0.667

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.024
$T_B \leftarrow$	0.050	0.040
$T_C \leftarrow$	0.150	0.040
	0.235	0.025
	0.320	0.019
	0.405	0.015
	0.490	0.012
	0.575	0.010
	0.660	0.009
	0.745	0.008
	0.830	0.007
	0.915	0.007
$T_D \leftarrow$	1.000	0.006
	1.094	0.005
	1.188	0.004
	1.281	0.004
	1.375	0.003
	1.469	0.003
	1.563	0.002
	1.656	0.002
	1.750	0.002
	1.844	0.002
	1.938	0.002
	2.031	0.001
	2.125	0.001
	2.219	0.001
	2.313	0.001
	2.406	0.001
	2.500	0.001
	2.594	0.001
	2.688	0.001
	2.781	0.001
	2.875	0.001
	2.969	0.001
	3.063	0.001
	3.156	0.001
	3.250	0.001
	3.344	0.001
	3.438	0.001
	3.531	0.000
	3.625	0.000
	3.719	0.000
	3.813	0.000
	3.906	0.000
	4.000	0.000

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

VALUTAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO

TIPO COSTRUZIONE	Vn		
VITA NOMINALE	1	2	3
	<= 10	>= 50	>= 100

	I	II	III	IV
CLASSE D'USO				
COEFFICIENTE D'USO	0.7	1	1.5	2

STATI LIMITE ESERCIZIO	esercizio					ultimi		
	SLDI	SLO	SLD	SLV	SLC	SLR		
PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO	99.4%	81%	63%	10%	5%	0%		
PERDITA ECONOMICA DIRETTA (% di CR)	0%	7.5%	15%	50%	80%	100%		
PERIODO DI RITORNO Tr AL VARIARE VITA DI RIFERIMENTO Vr	<=30	0.60*Vr	Vr	9.50*Vr	19.5*Vr	>=2475		
PERIODO DI RIFERIMENTO	Vr=50*0.7							
TEMPO DI TITORNO		35	35	35	35	35		
		21	35	332	682			

PERIODO DI RIFERIMENTO	$Vr=50*1$		
	50	50	50
TEMPO DI TITORNO	30	50	475
			975

PERIODO DI RIFERIMENTO	$Vr=50*1.5$			
	75	75	75	75
TEMPO DI TITORNO	Tr			
	45	75	712	1462

ANALISI DEL FATTORE DI STRUTTURA : dissipativo / non dissipativo									
STRUTTURA PREFABBRICATA									
SOLO PER PARETI E SETTI IN C.A.									
PENDOLO INVERSO									
PENDOLO INVERSO									
copertura NON rigida									
q°CD'B" - qND									
αu/αi									
R,p									
R,h									
K,w									
1.50									
1									
NO									
SI									
NO									
1.00									
1.00									
(q°CD'B" x R,p x R,h x K,w)									
(qND x R,h x K,w)									
NON LINEARITÀ GEOMETRICHE (da applicare al taglio sismico)									
R									
θ									
NO									
1.00									
(accertato)									
carico verticale totale									
spostamento relativo interpiano									
tagliante sismica di piano									
altezza del piano									
(θ)									
477511									
5.974									
88730									
760									
0.0423									
<0.1(?)									
59.74									
* 10^(-3) m									
dissipativo									
1.50									
FATTORE DI STRUTTURA									
CONSIGLIATO									
tipo									
dissipativo									
q									
1.50									
ADOTTATO									
dissipativo									
1.50									
committente :									
PALESTRA BOMPORTO									
cantiere :									
PALESTRA BOMPORTO									