

# COMUNE DI BIANCAVILLA Provincia di Catania



**PROGETTO ESECUTIVO**  
**DM-468/2001**



OGGETTO: INTERVENTI DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI CAVA DI "MONTE CALVARIO" PER LA FRUIBILITA' A PARCO. - C.U.P.:C84G15000000001

<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>	ELABORATO	17.1	SCALA	1:25 - 1:50
	TITOLO ELABORATO	<b>SCHEMA UBICAZIONE VASCHE DI ACCUMULO IDRICO PER MANTENIMENTO CONFINAMENTO (RICOPERTURA A VERDE)</b> D.Lgs 50/16 ART. 23 COMMA 8 - ( DPR 207/10 art.33,lett.d – art. 36 lett.c ) <b>PLATEA DI FONDAZIONE:</b> <b>RELAZIONE DI CALCOLO</b> <b>FASCICOLO DI CALCOLO</b> <b>RELAZIONE SUI MATERIALI</b> <b>ANALISI DEI CARICHI</b>		

IL PROGETTISTA – RESPONSABILE DELLA V^ P.O. – AREA TECNICA  
 (Ing. Placido MANCARI)

IL R.U.P.  
 (Geom. Antonino Ricceri)

IL COLLABORATORE  
 (Geom. Placido Gentile)

SPAZIO PER VISTI

IL SINDACO – Antonio Bonanno

DATA	<b>MARZO 2019</b>	
REV.	DATA	ELABORATO INTEGRATIVO
	21/03/2019	RICHIESTA INTEGRAZIONE DOCUMENTO NOTA PROT.N. 49932 DEL 04/03/2019 DELL'UFFICIO DEL GENIO CIVILE DI CATANIA

# RELAZIONE DI CALCOLO

PLATEA DI APPOGGIO DELLE VASCHE DI ACCUMULO IDRICO PER MANTENIMENTO CONFINAMENTO (RICOPERTURA A VERDE) NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI "INTERVENTI DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI CAVA DEL MONTE CALVARIO PER LA FRUIBILITA' A PARCO" SITO IN BIANCAVILLA (CT).

**Opera:**

Cemento armato C25/30 - Acciaio B450C

**INDICE:**

- **DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**
- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- **VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO**
- **MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO**
- **TERRENO DI FONDAZIONE**
- **ANALISI DEI CARICHI**
- **VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA**
- **ELEMENTI DI FONDAZIONE.**
- **METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.**
- **AZIONI SULLA STRUTTURA**
- **CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO**
- **VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI**
- **VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI  
SULL'ELABORAZIONE**
- **TABULATI DI CALCOLO**



# SCHEMA

## PER L'INSTALLAZIONE FUORI TERRA DELLA VASCA

Le vasche sono munite di:

- Coperchio in calcestruzzo armato vibrato che risulta, quindi, autoportante;
- Opportuni ganci necessari al carico e scarico del manufatto che avverrà tramite idonea gru

Ubicazione del manufatto

L'ubicazione delle vasche può essere:

- Esterna agli edifici,
  - a) fuori terra
  - b) interrate
- Interrate tra le fondazioni in fase di costruzione di un nuovo edificio

Messa in opera

- Realizzazione di scavo a sezione obbligata con l'ausilio di escavatore meccanico (solo in vasche interne)
- Realizzazione di un sottofondo in ghiaia di adeguate dimensioni
- Collocazione del manufatto con l'ausilio di idonea gru.



Sottofondo in  
ghiaia 20cm  
circa

**Se la portanza del terreno non è idonea occorre predisporre adeguata fondazione in c.a. su cui collocare il letto di ghiaia**

## DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Il presente calcolo strutturale si riferisce alla realizzazione di una platea di appoggio delle vasche di accumulo idrico per mantenimento confinamento nell'ambito del progetto di "INTERVENTI DI BONIFICA/MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELL'AREA DI CAVA DEL MONTE CALVARIO PER LA FRUIBILITA' A PARCO" sito in Biancavilla (CT). Il complesso delle vasche (prefabbricate in cls) saranno disposte in modo tale che ognuna sia indipendente dalle altre, e pertanto si è calcolata la platea singola di ogni vasca caratterizzata da una dimensione in pianta di circa 8,50mq con forma di ellisse (come riportato negli elaborati grafici allegati). Il calcolo strutturale è stato eseguito considerando la condizione più sfavorevole, relativamente a dimensioni e carichi previsti. Infatti tale modellazione è stata eseguita considerando una dimensione della platea di appoggio di ogni vasca, pari a circa 9,50mq e per uno spessore di 20cm, più un certo margine per il montaggio.

Strutturalmente il calcolo è stato eseguito considerando la modellazione di una platea dello spessore di 20cm a cui sono stati applicati i carichi inerenti il peso proprio della vasca (pari a 12,00[tonn]), peso idrostatico e peso variabile (per maggiore cautela è stato considerato un carico variabile di manutenzione di 50,00 kg/mq), mentre a livello di calcolo è stato considerato un comportamento elastico tramite un fattore di struttura  $s_q=1,5$ .

Il terreno che come si evince dalla relazione geologica sarà caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici:

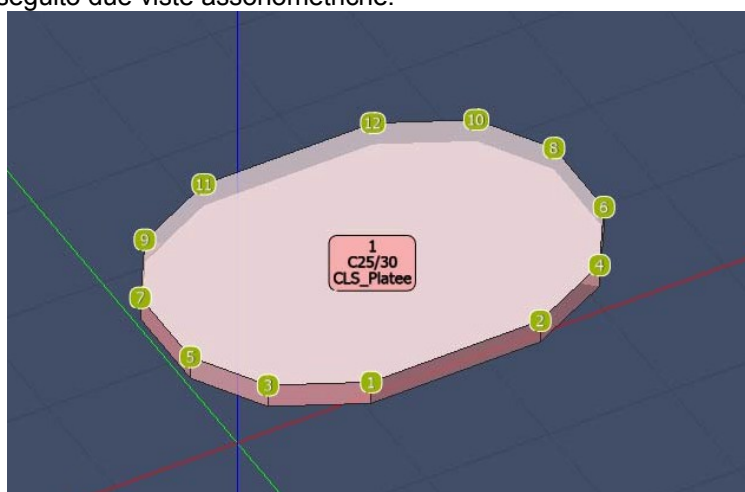
$$\gamma=1.90 \text{ [t/mc]}$$

$$\phi=35^\circ$$

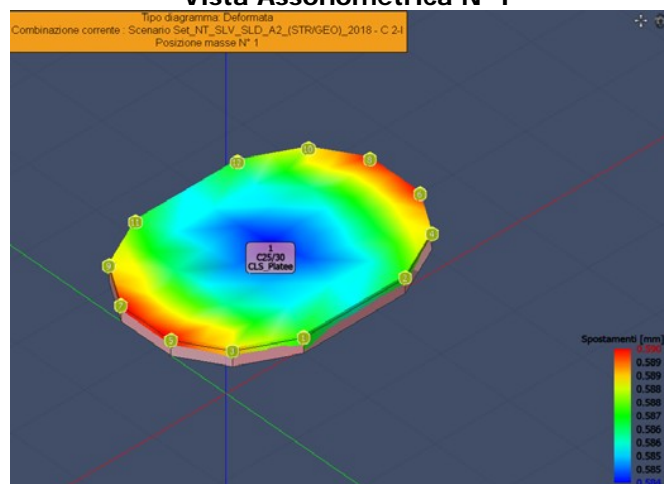
$$c=0.00 \text{ [t/mq]}$$

in particolare il terreno di sedime è costituito da materiale vulcanico e in base al valore di VS30 trovato e secondo l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 D.M. 17/01/2018 si può considerare una **categoria** di suolo pari a **B**.

Vengono riportate di seguito due viste assonometriche:



**Vista Assonometrica N°1**



**Deformazione della platea**

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel seguente elenco sono riportate le norme di riferimento secondo le quali sono state condotte le fasi di calcolo e verifica degli elementi strutturali:

**Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

**Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"

**D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni")**

Nel seguito denominate NT (norme tecniche)

Il calcolo delle sollecitazioni e la loro combinazione è stato eseguito seguendo le indicazioni delle NT secondo l'APPROCCIO 2

## VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La costruzione in oggetto è definita dalla seguente tipologia (p.to 2.4 delle NT):

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso	1.000
Periodo di riferimento(anni)	50.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=50.0
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=475.0

Per maggiori dettagli riguardo l'azione sismica si veda la definizione degli spettri di risposta

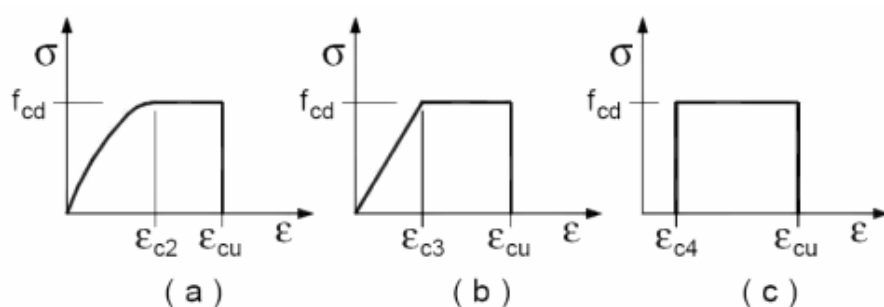
## MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza:

<b>Materiali</b>		
<b>Materiale: C25/30</b>		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cm <sup>2</sup>	3E05
Modulo di Poisson v		0.13
Coefficiente di dilatazione termica λ	1/°C	1e-05

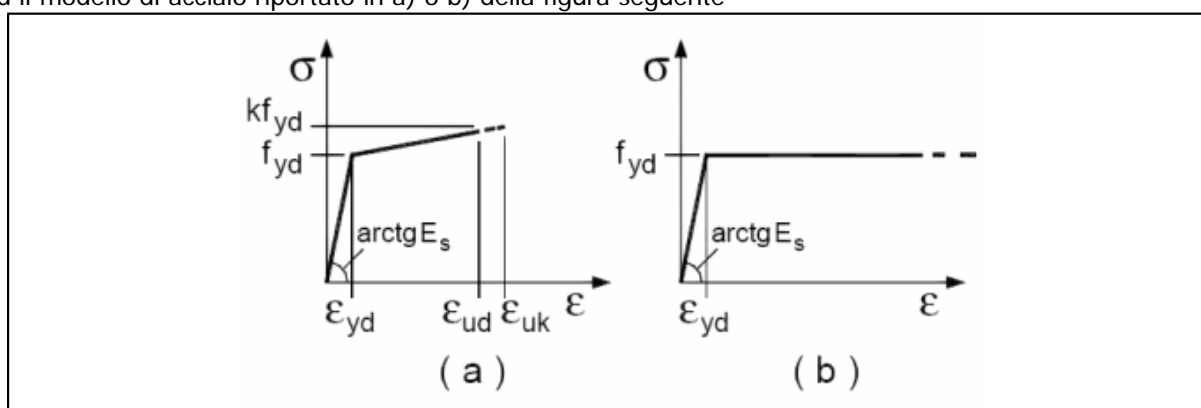
Parti in calcestruzzo armato		
Classe calcestruzzo		Classe C25/30
Resistenza cubica R <sub>ck</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	300
Resistenza di calcolo f <sub>cd</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	141
Resistenza a trazione di calcolo f <sub>ctd</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	12
Resistenza cilindrica f <sub>ck</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	249
Resistenza a trazione media f <sub>ctm</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	26
Classe acciaio		
Resistenza allo snervamento f <sub>yk</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	≥4500
Resistenza alla rottura f <sub>tk</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	≥5400
Parti in legno		
Legno Tenso-Pressoflessione		
f <sub>yd</sub>	kg/cm <sup>2</sup>	140.00
Tipologia legno		
Classe di resistenza	Lamellare	
	GL24h	

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2.2 delle NT; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in (a) della figura seguente



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

ed il modello di acciaio riportato in a) o b) della figura seguente



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione dell'acciaio per calcestruzzo.

La resistenza di calcolo è data da  $f_{yk} / \gamma_f$ . Il coefficiente di sicurezza è  $\gamma_f$ .

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa. Riguardo ai coefficienti di sicurezza parziali, alle deformazioni del calcestruzzo e dell'acciaio per modello incrudente si faccia riferimento ai criteri di verifica nella sezione "Verifica Elementi Strutturali"

## TERRENO DI FONDAZIONE

Le fondazioni del fabbricato in oggetto sono costituite da un insieme di: platea in conglomerato cementizio.

La struttura di fondazione è posta ad una profondità media di m. 0.30 dal piano campagna e di dimensioni planimetriche massime pari a m.5,05 x 9,10.

I valori delle tensioni sul piano di posa e le sollecitazioni negli elementi di fondazione, sono riportati nell'allegato 'Calcoli Strutturali'. Dalla Relazione Geologica redatta dal geologo risulta che nell'area in oggetto, si ha un terreno di tipo B con la seguente stratigrafia:

Strato n°		1
Spessore	cm	100
Peso spec.	kg/mc	1900
Peso spec. Sat.	kg/mc	1900
Angolo attrito	°	35
Addensato		No
OCR		--
coesione	kg/cm <sup>2</sup>	0.00
cu	kg/cm <sup>2</sup>	0.00
Modulo edometrico	kg/cm <sup>2</sup>	2E02
Coeff. Poisson		0.3
Descrizione		Strato 1

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione, pertanto, si sono assunti i parametri fisico-meccanici precedentemente indicati. Per maggiori dettagli riguardo i parametri che caratterizzano il terreno si rimanda alla relazione geologica e a quella geotecnica.

## ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel **D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni")**

I carichi adottati sono i seguenti:

- Peso vasca in cls prefabbricata = 12,00 [tonn]
- Carico variabile per manutenzione = 50,00 [kg/mq]
- Peso idrostatico = 1.000,00 [kg/mq]

I carichi relativi ai pesi propri vengono valutati in automatico in funzione della geometria degli elementi ed al loro peso specifico i tamponamenti vengono valutati per metro lineare di trave su cui insistono maggiori dettagli ad essi relativi sono riportati nel tabulato di calcolo alla sezione dei carichi relativi alle aste, nodi ed shell.

## VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 delle NT

La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, in base ai quali si determina il Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Determinazione attraverso latitudine e longitudine dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  per lo Stato Limite di interesse; l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio secondo quanto disposto dall'allegato alle NTC "Pericolosità Sismica", dove:

$a_g$  accelerazione orizzontale 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

- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- 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 considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.

Oltre alla determinazione dei parametri sismici del sito si è considerata la tipologia di terreno, la posizione topografica e la tipologia strutturale (classe di duttilità, regolarità, ecc..) che ha condotto alla determinazione dei seguenti spettri di risposta:

### Spettri di risposta

#### Spettro: SpettroNT\_2018(q=1.5)

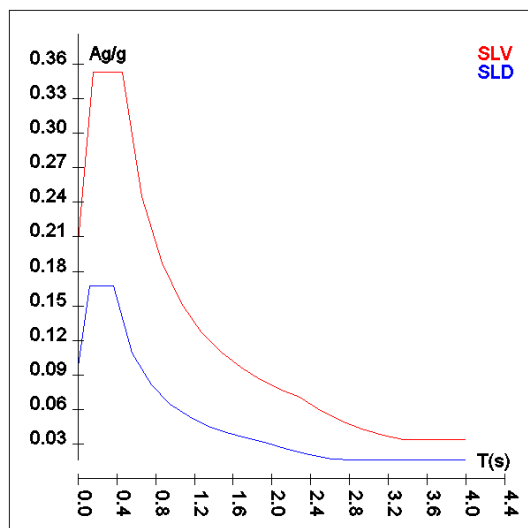
Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso	1.000
Periodo di riferimento(anni)	50.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=50.0
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=475.0
Parametri del sito	
Comune	Biancavilla - (CT)
Longitudine	14.8652 – WGS84



Latitudine	<b>37.6461 – WGS84</b>
Id reticolo del sito	47419-47197-47196-47418
Valori di riferimento del sito	
Ag/g(TR=50.0) SLD	0.0815
F0(TR=50.0) SLD	2.5703
T°C(TR=50.0) SLD	0.253
Ag/g(TR=475.0) SLV	0.1712
F0(TR=475.0) SLV	2.5796
T°C(TR=475.0) SLV	0.336
Coefficiente Amplificazione Topografica	St=1.000
<b>Categoria terreno B</b>	
stato limite SLV	
	Ss=1.20
	TB=0.15
	TC=0.46
	TD=2.28
stato limite SLD	
	Ss=1.20
	TB=0.12
	TC=0.37
	TD=1.93
Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Cemento armato
Struttura non regolare in altezza	Kr=0.800000
	Kw=1.000
Regolare in pianta	NO (cfr.NTC7.3.1)
Tipologia : struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	Ce=3.000
Telaio 1 piano	Au/A1=1.100
Fattore di comportamento $q=K_w \cdot K_r \cdot q_0 = K_w \cdot K_r \cdot C_e \cdot (1 + a_u/a_1)/2$	1.500
Fattore di comportamento q SLD	1.500

TSLV [s]	SLV[a/g]	TSLD [s]	SLD[a/g]
0.00000	0.20541	0.00000	0.09779
0.15323	0.35324	0.12228	0.16756
0.45970	0.35324	0.36685	0.16756
0.66248	0.24512	0.56174	0.10943
0.86526	0.18768	0.75663	0.08124
1.06803	0.15204	0.95151	0.06460
1.27081	0.12778	1.14640	0.05362
1.47358	0.11020	1.34129	0.04583
1.67636	0.09687	1.53618	0.04001
1.87914	0.08642	1.73106	0.03551
2.08191	0.07800	1.92595	0.03192
2.28469	0.07108	2.15640	0.02546
2.49910	0.05940	2.38685	0.02078
2.71352	0.05039	2.61730	0.01728
2.92793	0.04328	2.84775	0.01630
3.14234	0.03757	3.07820	0.01630
3.35676	0.03423	3.30865	0.01630
3.57117	0.03423	3.53910	0.01630
3.78559	0.03423	3.76955	0.01630
4.00000	0.03423	4.00000	0.01630



## ELEMENTI DI FONDAZIONE.

Il calcolo della struttura di fondazione è condotto considerando le azioni che la struttura sovrastante le trasmette amplificate per un  $\gamma_{Rd}$  pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di comportamento  $q=1$  e non maggiori delle resistenze degli elementi sovrastanti la fondazione. Le precedenti limitazioni comprendo anche il caso di struttura calcolata con spettro elastico o con  $q=1$ .

## METODO DI ANALISI E CRITERI DI VERIFICA.

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Le masse sono applicate nei nodi del modello queste vengono generate attraverso i carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi come la massa relativa alla azione di incastro perfetto del carico considerato. La risposta massima di una generica caratteristica  $E$ , conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

$$E = \sqrt{\sum_{i,j=1,n} \rho_{ij} \cdot E_i \cdot E_j}$$

con:

$$\rho_{ij} = \frac{8\xi^2 \cdot (1 + \beta_{ij}) \cdot \beta_{ij}^3}{(1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2 \cdot \beta_{ij} \cdot (1 + \beta_{ij}^2)} \quad \beta_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$$

dove:

- $n$  è il numero di modi di vibrazione considerati
- $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi di vibrazione.

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state calcolate per varie posizioni dei baricentri delle masse e composte secondo combinazioni di posizioni prestabilite, come riportato in seguito, il risultato di tali combinazioni sono state composte poi con quelle derivanti da carichi non sismici secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche. Per tener conto della eccentricità accidentale delle masse si sono considerate varie posizioni delle masse ad ogni impalcato modificando la posizione del baricentro di una distanza, rispetto alla posizione originaria, come percentuale della dimensione della struttura nella direzione considerata. Le azioni risultanti dai calcoli per le varie posizioni delle masse, in fase di verifica

vengono combinati al fine di ottenere le azioni piu' sfavorevoli; di seguito vengono riportate sia le posizioni che le combinazioni delle masse, le due tabelle vanno lette nel seguente modo:

la prima indica la percentuale delle dimensioni della struttura secondo cui viene spostato il baricentro ad ogni impalcato la percentuale è assegnata nelle due direzioni ortogonali secondo cui agisce il sisma, per ognuna di tali posizioni è eseguito un calcolo modale della struttura; la seconda tabella è usata in fase di verifica per la valutazione dell'azione sismica nel seguente modo l'effetto del sisma in una direzione è combinato con quello ortogonale di un'altra posizione con i fattori specificati nelle due colonne:

<b>Percentuali Spostamento masse impalcati</b>		
Posizione	% Spostamento direzione X	% Spostamento direzione Y
1	0	-5
2	5	0
3	0	5
4	-5	0

<b>Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale</b>					
Comb	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0
2	1	2	0.3	1	0
3	1	4	1	0.3	0
4	1	4	0.3	1	0
5	3	2	1	0.3	0
6	3	2	0.3	1	0
7	3	4	1	0.3	0
8	3	4	0.3	1	0

Comb. = Numero di combinazione dei sismi

Pos. SismaX = Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X

Pos. SismaY = Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y

Fx = Fattore con cui il sisma X partecipa

Fy = Fattore con cui il sisma Y partecipa

Fz = Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

Ogni combinazione genera al massimo 8 sotto-combinazioni in base a tutte le combinazioni possibili dei segni di Fx ed Fy ed Fz

Si è considerato un numero di modi di vibrazione sufficiente ad eccitare almeno l'85% della massa sismica in ogni posizione delle masse, di seguito si riportano i risultati salienti dell'analisi modale sia per il calcolo allo Stato Limite Ultimo che per quello di Esercizio:

<b>Periodi di vibrazione e Masse modali</b>	
Scenario di calcolo : Set_NT_SLV_SLD_A2 (STR/GEO)_2018	

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=24

Numero di Frequenze calcolate: 25, ntrate: 24							
N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Perc	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	D	Dir=90°
1(1)	0.0279	-0.010	-2.292	0	52	0.00	34.36
2(2)	0.0278	-1.732	0.017	29	0	19.62	0.00
3(3)	0.0277	-0.072	-0.184	0	0	0.03	0.22
4(4)	0.0277	1.167	-0.005	13	0	8.90	0.00
5(5)	0.0273	0.372	-1.346	1	18	0.90	11.84
6(6)	0.0273	-1.430	-0.394	20	2	13.37	1.01
7(7)	0.0272	0.038	0.476	0	2	0.01	1.48
8(8)	0.0272	0.789	-0.102	6	0	4.07	0.07
9(9)	0.0263	1.518	0.012	23	0	15.06	0.00
10(10)	0.0263	0.014	-1.262	0	16	0.00	10.41
11(11)	0.0263	0.014	-0.831	0	7	0.00	4.51
12(12)	0.0262	-0.321	-0.034	1	0	0.67	0.01
13(13)	0.0249	-1.461	0.012	21	0	13.95	0.00
14(14)	0.0249	-0.016	-1.368	0	18	0.00	12.24

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Perc	
15(15)	0.0248	0.002	0.708	0	5	0.00	3.28
16(16)	0.0248	0.322	-0.019	1	0	0.68	0.00
17(17)	0.0238	0.000	1.347	0	18	0.00	11.86
18(18)	0.0238	1.172	-0.003	13	0	8.98	0.00
19(19)	0.0238	-0.001	0.394	0	2	0.00	1.02
20(20)	0.0237	-0.698	-0.005	5	0	3.18	0.00
21(21)	0.0231	-0.003	-1.066	0	11	0.00	7.43
22(22)	0.0231	-0.872	0.012	7	0	4.97	0.00
23(23)	0.0230	0.119	-0.141	0	0	0.09	0.13
24(24)	0.0230	0.911	0.027	8	0	5.42	0.00
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.92	99.89	99.92	99.89

## Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=22

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Perc	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	D	Dir=90°
1(1)	0.0278	2.284	0.009	51	0	34.10	0.00
2(2)	0.0277	0.007	-2.417	0	57	0.00	38.20
3(3)	0.0275	-0.003	0.349	0	1	0.00	0.79
4(5)	0.0273	0.022	-1.202	0	14	0.00	9.45
5(6)	0.0272	-1.249	-0.061	15	0	10.20	0.02
6(7)	0.0272	-0.257	-0.034	1	0	0.43	0.01
7(8)	0.0272	-0.110	0.538	0	3	0.08	1.89
8(9)	0.0265	0.004	-1.365	0	18	0.00	12.19
9(10)	0.0264	1.012	0.037	10	0	6.70	0.01
10(11)	0.0264	-1.058	-0.007	11	0	7.32	0.00
11(12)	0.0263	0.123	-0.326	0	1	0.10	0.70
12(13)	0.0247	-0.008	-1.586	0	25	0.00	16.45
13(14)	0.0247	1.514	-0.018	22	0	14.98	0.00
14(15)	0.0246	0.769	0.005	6	0	3.86	0.00
15(16)	0.0246	0.043	0.280	0	1	0.01	0.51
16(17)	0.0239	-1.276	-0.746	16	5	10.64	3.64
17(18)	0.0239	0.892	-1.078	8	11	5.20	7.59
18(19)	0.0238	0.231	-0.003	1	0	0.35	0.00
19(20)	0.0238	-0.023	-0.471	0	2	0.00	1.45
20(21)	0.0234	-0.946	0.000	9	0	5.85	0.00
21(22)	0.0234	-0.000	1.006	0	10	0.00	6.61
22(23)	0.0233	0.001	0.242	0	1	0.00	0.38
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.82	99.89	99.82	99.89

## Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=24

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Perc	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	D	Dir=90°
1(1)	0.0279	-0.003	2.292	0	52	0.00	34.34
2(2)	0.0278	-1.728	-0.005	29	0	19.53	0.00
3(3)	0.0277	0.009	0.186	0	0	0.00	0.23
4(4)	0.0277	1.173	-0.004	13	0	9.00	0.00
5(5)	0.0273	0.007	1.397	0	19	0.00	12.75
6(6)	0.0273	1.471	-0.008	21	0	14.14	0.00
7(7)	0.0272	0.001	0.505	0	2	0.00	1.67
8(8)	0.0272	-0.808	-0.001	6	0	4.26	0.00
9(9)	0.0263	-1.515	0.016	23	0	15.01	0.00
10(10)	0.0263	0.036	1.277	0	16	0.01	10.66
11(11)	0.0263	-0.007	0.807	0	6	0.00	4.26
12(12)	0.0262	0.328	-0.047	1	0	0.71	0.01
13(13)	0.0249	1.461	0.039	21	0	13.96	0.01



N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Perc	
14(14)	0.0249	0.053	-1.364	0	18	0.02	12.16
15(15)	0.0248	-0.001	0.717	0	5	0.00	3.36
16(16)	0.0248	0.313	0.047	1	0	0.64	0.01
17(17)	0.0238	0.031	-1.348	0	18	0.01	11.88
18(18)	0.0238	1.179	0.067	14	0	9.09	0.03
19(19)	0.0238	0.040	0.373	0	1	0.01	0.91
20(20)	0.0237	0.683	-0.077	5	0	3.05	0.04
21(21)	0.0231	-0.011	1.066	0	11	0.00	7.42
22(22)	0.0231	-0.880	-0.056	8	0	5.07	0.02
23(23)	0.0230	-0.384	-0.106	1	0	0.96	0.07
24(24)	0.0230	-0.826	0.094	7	0	4.46	0.06
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.92	99.89	99.92	99.89

Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=22

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Perc	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	D	Dir=90°
1(1)	0.0278	-2.283	0.013	51	0	34.07	0.00
2(2)	0.0277	-0.013	-2.414	0	57	0.00	38.09
3(3)	0.0275	-0.002	0.347	0	1	0.00	0.79
4(5)	0.0273	0.017	-1.208	0	14	0.00	9.54
5(6)	0.0272	1.247	0.026	15	0	10.17	0.00
6(7)	0.0272	-0.298	0.003	1	0	0.58	0.00
7(8)	0.0272	0.019	-0.548	0	3	0.00	1.96
8(9)	0.0265	-0.005	1.363	0	18	0.00	12.14
9(10)	0.0264	-1.001	-0.027	10	0	6.54	0.00
10(11)	0.0264	1.072	0.005	11	0	7.51	0.00
11(12)	0.0263	0.075	-0.333	0	1	0.04	0.73
12(13)	0.0248	0.010	1.586	0	25	0.00	16.45
13(14)	0.0247	-1.525	0.012	23	0	15.21	0.00
14(15)	0.0246	0.744	0.004	5	0	3.62	0.00
15(16)	0.0246	-0.006	-0.274	0	1	0.00	0.49
16(17)	0.0239	1.551	0.117	24	0	15.73	0.09
17(18)	0.0239	-0.130	1.307	0	17	0.11	11.17
18(19)	0.0238	0.217	0.025	0	0	0.31	0.00
19(20)	0.0238	-0.041	0.464	0	2	0.01	1.41
20(21)	0.0234	-0.950	-0.006	9	0	5.90	0.00
21(22)	0.0234	0.007	-1.006	0	10	0.00	6.62
22(23)	0.0233	-0.001	-0.244	0	1	0.00	0.39
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.82	99.89	99.82	99.89

## 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 assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. In presenza di platee il tamponamento è inserito considerando delle speciali aste (aste a sezione nulla) che hanno la sola funzione di riportare il carico su di esse agente nei nodi degli elementi della platea ad esse collegati. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicati per i coefficienti  $\psi_0$ ,  $\psi_1$  e  $\psi_2$  da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

Le azioni sono state assegnate su aste e piastre, definendo le seguenti condizioni di carico

Descrizione	Tipo
Peso Proprio	Automatica
QP Solai	Automatica
QFissi Solai	Automatica
QV Solai	Automatica
QV SolaiPsi0	Automatica
QV SolaiPsi1	Automatica
QV SolaiPsi2	Automatica
Tamponamento	Automatica
TAMP	Utente
Spinta idrostatica	Utente
Qvar	Utente

In fase di combinazione delle condizioni di carico si è agito su coefficienti moltiplicatori delle condizioni per definirne l'esatto contributo sia in termini di carico che di massa, e sono stati infine definiti gli scenari di calcolo come gruppi omogenei di combinazioni di carico. Di seguito vengono riportate le combinazioni di carico usate per lo Stato Limite Ultimo e per lo Stato Limite di Esercizio. Le verifiche sono riportate nel fascicolo dei calcoli.

Le tabelle riportano nell'ordine:

- il nome della combinazione di carico
- il tipo di analisi svolta: STR=Strutturale, Statica STR=Sismica statica Strutturale, Modale STR=Sismica modale strutturale, SLE Rara=Stato Limite Esercizio combinazione rara, SLE Freq=Stato Limite Esercizio combinazione frequente, SLE Q.Perm=Stato Limite Esercizio combinazione quasi Permanente, GEO=Geotecnica, Statica GEO=Sismica Statica Geotecnica, Modale GEO=Sismica modale Geotecnica, STR+GEO=Strutturale+Geotecnica, Statica STR+GEO=Sismica Statica Strutturale+Geotecnica, Modale STR+GEO=Sismica modale Strutturale+Geotecnica, Modale SLE= Combinazione sismica modale con spettro di progetto SLD, Statica SLE=Combinazione sismica statica con spettro di progetto SLD. I termini "**Strutturale**", "**Geotecnica**" e "**Strutturale+Geotecnica**" indicano che la combinazione è usata dal programma per la determinazione delle verifiche di resistenza degli elementi strutturali, delle sole verifiche geotecniche, sia per le verifiche strutturali che geotecniche.
- lo spettro usato, se sismica
- il fattore amplificativo del sisma
- l'angolo di ingresso del sisma, se trattasi di analisi sismica
- il nome della condizione di carico e per ogni condizione di carico
- il fattore di combinazione per i carichi verticali
- se la condizione (con il suo coefficiente di peso) è inclusa nella combinazione (colonna Attiva)
- se la condizione partecipa alla formazione della massa (colonna Massa)
- il fattore con cui partecipa alla formazione della massa (se non è esclusa dalla formazione della massa)

### Scenario di calcolo

Scenario : Set NT SLV SLD A2 (STR/GEO) 2018

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
1) Solo Permanenti	STR				1.00					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						TAMP	1.3	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1.3	Si	Si	0.3

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						Qvar	1	No	No	1
2) AD QVar	STR+GEO				1.00					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						TAMP	1.3	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1.3	Si	Si	0.3
						Qvar	1.5	Si	No	1
3) SISMAX1_SLV	Modale STR+GEO	SpettroNT _2018 (q=1,5)	1	0	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	Si	Si	0.3
						Qvar	0.3	Si	No	1
4) SISMAX1_SLV	Modale STR+GEO	SpettroNT _2018 (q=1,5)	1	90	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	Si	Si	0.3
						Qvar	0.3	Si	No	1
5) SISMAX2_SLV	Modale STR+GEO	SpettroNT _2018 (q=1,5)	1	0	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	Si	Si	0.3
						Qvar	0.3	Si	No	1
6) SISMAX2_SLV	Modale STR+GEO	SpettroNT _2018 (q=1,5)	1	90	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	Si	Si	0.3
						Qvar	0.3	Si	No	1
7) AD Qvar	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	Si	Si	0.3
						Qvar	1	Si	No	1
8) AD Qvar	SLE Freq.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	0.5	Si	Si	0.3
						Qvar	0.5	Si	No	1
9) Quasi P1	SLE Q.Perm.				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	0.3	Si	Si	0.3
						Qvar	0.3	Si	No	1
10) SISMAX1_SLD	Modale SLE	SpettroNT _2018 (q=1,5)	1	0	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	No	Si	0.3



Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	$\alpha$	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						Qvar	1	Si	No	1
11) SISMA1_SLD	Modale SLE	SpettroNT _2018 (q=1,5)	1	90	1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1
						QFissi Solai	1	Si	Si	1
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1	No	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						TAMP	1	Si	No	1
						Spinta idrostatica	1	No	Si	0.3
						Qvar	1	Si	No	1

## CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	<b>SOFT.LAB srl</b> <b>via Borgo II - 82030 PONTE (BN)</b> tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	<b>IperSpaceBIM 1.1.0</b>

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare, esso è fondamentalmente definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell a comportamento sia flessionale che membranale, l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al piano dello shell.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica. Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del MASTER-SLAVE, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi, la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non mal condizionare la matrice di rigidezza della struttura. Qualora una maglia di travi non è collegata da solaio lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi della. La loro rigidezza flessionale è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati, quindi non è necessario definire preventivamente definire il centro di massa e momento d'inerzia delle masse, questo perché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo, il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questa richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme, quindi il codice di calcolo considera i carichi presenti sull'asta che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente  $G + \psi_2 \cdot Q$ ) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali, tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità  $g$  danno il contributo dell'elemento alla massa del nodo, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo

si ottiene la massa complessiva nel nodo; per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza ossia in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna  $\frac{1}{3}$  oppure  $\frac{1}{4}$  del peso dello shell e  $\frac{1}{3}$  oppure  $\frac{1}{4}$  dell'eventuale carico variabile ridotto, sommando su tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare al nodo.

## VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La verifica di resistenza degli elementi è condotta considerando le sollecitazioni di calcolo ed imponendo che le resistenze siano superiori alle azioni. Gli elementi sono verificati e/o progettati applicando la gerarchia delle resistenze in particolare la gerarchia flessione-taglio per la verifica/progetto dell'elemento e la gerarchia pilastro-trave per la determinazione delle resistenze del pilastro. Le verifiche sono condotte secondo i seguenti criteri di verifica validi sia per lo SLU che per lo SLD, i criteri di verifica sono una raccolta di parametri che vengono usati in fase di verifica secondo le esigenze strutturali, ognuno di essi contiene i dati per tutti gli elementi, è sottointeso che nella verifica di un elemento (es. trave) non sono presi in considerazione i dati relativi agli altri elementi (ad es. se si verifica una trave non sono presi in considerazione i dati relativi a pilastri e shell, così come se si esegue una verifica agli SLU non sono presi in considerazione i dati relativi agli SLE). Ognuno di essi è identificato da un nome a scelta dell'operatore, per cui nei tabulati di verifica il nome del criterio ne identifica i parametri usati. Riguardo alle verifiche agli SLU le resistenze sono determinate in base a quanto specificato dalla norma attraverso il modello plastico-incrudente o elastico-perfettamente plastico, la verifica consiste nel verificare che assegnate le sollecitazioni di verifica le deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori a quelle ultime cioè equivale ad affermare che nello spazio tridimensionale  $N, M_y, M_z$  il punto rappresentativo delle sollecitazioni è interno al dominio di resistenza della sezione.

Le verifiche agli SLE riguardano le verifiche di:

- deformabilità degli impalcati con  $\delta \leq 0.0050 \cdot h$
- fessurazione
- tensioni in esercizio

Criteri di verifica		
<b>Criterio di verifica: CLS_Platee</b>		
<b>Generici</b>		
Resistenza caratteristica $R_{ck}$	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio $f_{yk}$	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria $\epsilon_{c0}$		0.002
Deformazione ultima $\epsilon_{cu}$		0.0035
$\epsilon_{fu}$ (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cmq	2E06
Copriferro di calcolo	cm	3.5
Copriferro di disegno	cm	2.0
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Cl}$		1.5
Coefficiente di sicurezza $\gamma_{Acc}$		1.15
Riduzione fed calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
<b>Generici N.T.</b>		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento $E_y/E_0$		0.000
Elemento esistente		No
<b>Generici D.M. 96 T.A.</b>		
Tensione ammissibile $\sigma_c$	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile $\sigma_c$ in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile $\sigma_c$ acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile $\tau_{c0}$	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima $\tau_{c1}$	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione $n$		15
Coefficiente di omogeneizzazione $n$ in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
<b>Fessurazioni</b>		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si

Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure $w_k(*w_m)$		1
$f_c$ efficace	kg/cm <sup>2</sup>	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata $k_t$		0.40
Coefficiente di aderenza $k_l$		0.80
<b>Tensioni ammissibili di esercizio</b>		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cm <sup>2</sup>	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cm <sup>2</sup>	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile $\sigma_{Cl}$	kg/cm <sup>2</sup>	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cm <sup>2</sup>	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
<b>Coefficienti di omogeneizzazione</b>		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls teso - Cls compresso		0.5
<b>Armatura muri</b>		
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	0.1
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	0.1
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	2
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	2
<b>Verifica muri</b>		
Step incremento armatura	cm <sup>2</sup>	0.01
Verifica muri come pareti		No

La valutazione sulla correttezza dei dati in ingresso e sulla accuratezza dei risultati è stata effettuata sia mediante le visualizzazioni grafiche del post processore sia mediante il controllo dei tabulati numerici. La verifica che la soluzione ottenuta non sia viziata da errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo ed alle caratteristiche dell'elaboratore, è stata effettuata considerando che il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti numerici è 16, e che all'interno della matrice di rigidezza il rapporto tra il pivot massimo e minimo è:  $7.759974e+04$ . Tale valore è accettabile quando risulta minore di 10 elevato al numero di cifre significative. Nel caso dell'elaborazione in oggetto si ha:

$$\text{Max/Min} = 7.759974e+04 < 1.000000e+16$$

Si riporta la tabella relativa alle statistiche sulla matrice di rigidezza

<b>Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza</b>	
Scenario di calcolo : Set_NT_SLV_SLD_A2 (STR/GEO) 2018	
Minimo della diag.	1.968384e+04
Massimo della diag.	1.527461e+09
Rapporto Max/Min	7.759974e+04
Media della diag.	3.797635e+08
Densita'	3.405175e+01

Pertanto i risultati si ritengono accettabili per quanto riguarda la correttezza del calcolo automatico.

# FASCICOLO DEI CALCOLI

DIMOSTRAZIONE NUMERICA DELLA SICUREZZA DELL'OPERA E DEL RAGGIUNGIMENTO  
DELLE PRESTAZIONI ATTESE

## INDICE:

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

TABULATI DI INPUT

Dati generali

Impalcati

Percentuali Spostamento masse impalcati

Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Spettri di risposta

Caratteristiche del terreno

Materiali

Pareti - geometria e vincoli

Muri - Carichi

TABULATI DI VERIFICA

Risultati Analisi Dinamica - Baricentri masse e masse

Periodi di vibrazione e Masse modali

Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Sigma terreno platea

Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Nodi

Risultati Analisi Dinamica - Reazioni massime - Nodi

Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni Massime - Muri discretizzati

VERIFICHE STATO LIMITE ULTIMO

Verifica dei Muri in calcestruzzo

VERIFICHE STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Verifica dei Muri (Stati limite esercizio)



## MODELLAZIONE

La struttura è costituita da diversi elementi distinti, in base alla loro funzione, in

- Fondazione in c.a. costituita da: platea

I livelli di sicurezza scelti dal Committente e dal Progettista in funzione del tipo e dell'uso della struttura, nonché in funzione delle conseguenze del danno, con riguardo a persone, beni, e possibile turbativa sociale, compreso il costo delle opere necessarie per la riduzione del rischio di danno o di collasso, hanno indirizzato al progetto di una struttura con i seguenti requisiti:

? sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU)

? sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE)

? sicurezza nei confronti di deformazioni permanenti inaccettabili: Stato Limite di Danno (SLD).

La struttura è stata schematizzata con un modello spaziale agli elementi finiti che tengono conto dell'effettivo stato deformativo e di sollecitazione, secondo l'effettiva realizzazione. I vincoli esterni della struttura sono stati caratterizzati, a seconda degli elementi in fondazione se presenti, con: travi winkler, plinti diretti, plinti su pali, platee; ovvero con vincoli perfetti di incastro, appoggio, carrello, ecc. I vincoli interni sono stati schematizzati secondo le sollecitazioni mutuamente scambiate tra gli elementi strutturali, inserendo, ove opportuno, il rilascio di alcune caratteristiche della sollecitazione per schematizzare il comportamento di vincoli interni non iperstatici (cerniere, carrelli, ecc.). Il modello agli elementi finiti è stato calcolato tenendo conto dell'interazione tra strutture in fondazione e strutture in elevazione, consentendo un'accurata distribuzione delle azioni statiche e sismiche; il calcolo viene eseguito considerando il comportamento elastico lineare della struttura. I solai sono schematizzati come aree di carico, sulle quali vengono definiti i carichi permanenti (QP Solai), carichi fissi (QFissi Solai) e variabili (QV solai); tali carichi vengono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. Le masse corrispondenti ai carichi variabili sui solai nelle combinazioni sismiche vengono trattate in maniera automatica mediante un coefficiente moltiplicativo definito insieme alla tipologia del solaio.

Il modello utilizzato è stato valutato alla luce dei diversi scenari di carico a cui viene sottoposta la struttura durante la sua costruzione e la sua vita, atto a garantire la sicurezza e la durabilità della stessa. Per la tipologia strutturale affrontata non è stato necessario definire scenari di contingenza, quindi non è stata schematizzata la struttura durante le fasi costruttive, e si ritiene che non ci siano variazioni del modello di calcolo e degli schemi di vincolo, durante la vita dell'opera. Per il dettaglio degli scenari di calcolo si faccia riferimento alla "Relazione di Calcolo"

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali è stato effettuato seguendo la teoria degli Stati limite. I parametri relativi alle verifiche effettuate sono riportati nella Relazione di Calcolo.

Il solutore agli elementi finiti impiegato nell'analisi è SpaceSolver, per il calcolo di strutture piane e spaziali schematizzabili da un insieme di elementi finiti tipo

? BEAM,

? PLATE-SHELL,

? WINK,

? BOUNDARY,

interagenti tra loro attraverso i nodi, con la possibilità di tenere in conto tutti i possibili disassamenti, mediante l'introduzione di concetti rigidi e traslazioni degli elementi bidimensionali. Il solutore lavora in campo elastico lineare, si basa sulle routines di Matlab ed è stato sviluppato in collaborazione con l'Università di Roma – Tor Vergata. Il solutore offre la possibilità di risolvere anche travi su suolo alla Winkler con molle spalmate sull'intera suola, anziché sul solo asse, plinti diretti e su pali, pali singoli, platee, piastre sottili e spesse con controllo delle rotazioni attorno all'asse normale alla piastra (drilling). Inoltre, per gli elementi BEAM considera il centro di taglio e non il baricentro.

L'affidabilità del solutore è stata testata su una serie di esempi campioni calcolati con altri procedimenti o con formule note, di cui si rende disponibile la documentazione.

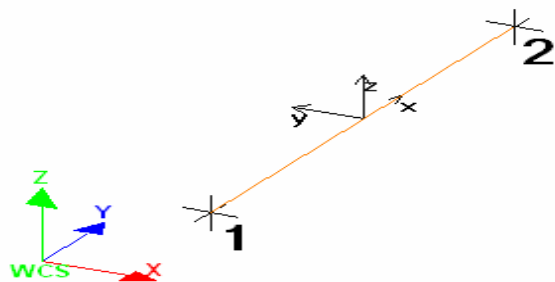
## AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI

Il programma è dotato di una serie di filtri di auto diagnostica che segnalano i seguenti eventi:

- ? labilità della struttura
- ? assenza di masse
- ? nodi collegati ad aste nulle
- ? mancanza di terreno sugli elementi in fondazione
- ? controllo sull'assegnazione dei nodi all'impalcato
- ? correttezza degli spettri di progetto
- ? fattori di partecipazione modali
- ? assegnazione dei criteri di verifica agli elementi
- ? numerazione degli elementi strutturali
- ? congruenza delle connessioni tra elementi shell
- ? congruenza delle aree di carico
- ? definizione delle caratteristiche d'inerzia delle sezioni
- ? presenza del magrone sotto la travi tipo wink
- ? elementi non verificati per semi progetto allo SLU, con inserimento automatico delle armature secondo i criteri di verifica.
- ? elementi non verificati allo SLU per armature già inserite nell'elemento strutturale
- ? elementi non verificati allo SLE per armature già inserite nell'elemento strutturale

## PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

I disegni dello schema statico adottato sono riportati nel fascicolo allegato alla presente relazione. E' stato impiegato il Sistema Internazionale per le unità di misura, con riferimento al daN per le forze.



Il sistema di riferimento globale rispetto al quale è stata riferita l'intera struttura è una terna di assi cartesiani sinistrorsa OXYZ (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).

La terna di riferimento locale per un'asta è pure una terna sinistrorsa O'xyz che ha l'asse x orientato dal nodo iniziale I dell'asta verso il nodo finale J e gli assi y e z diretti secondo gli assi geometrici della sezione con l'asse y orizzontale e orientato in modo da portarsi a coincidere con l'asse x a mezzo di una rotazione oraria di 90° e l'asse z di conseguenza.

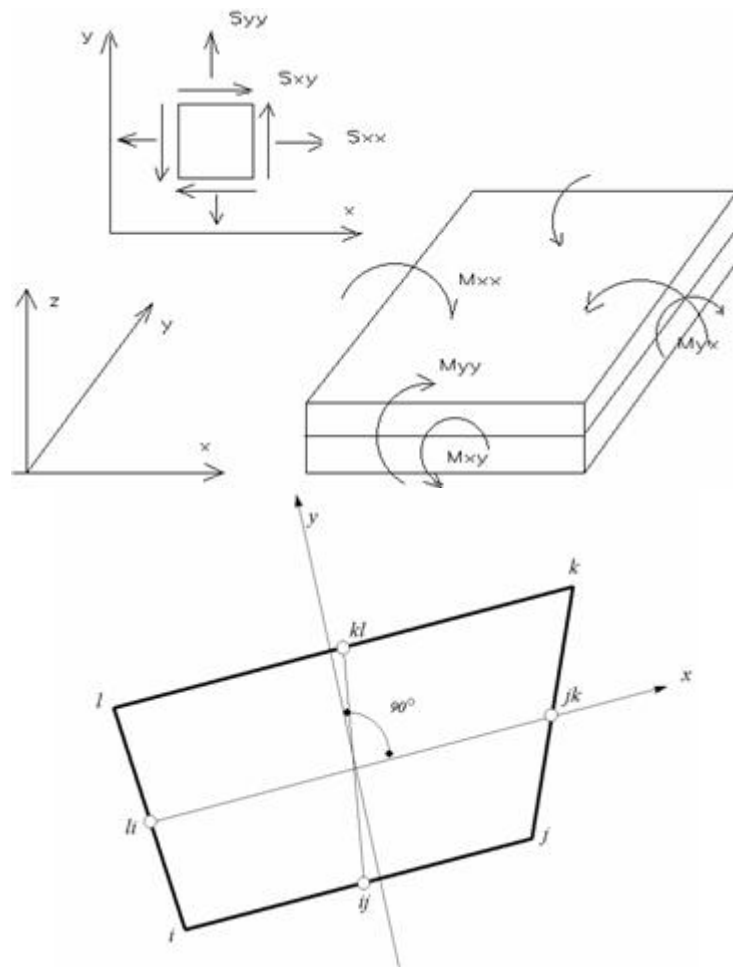
Per un'asta comunque disposta nello spazio la sua terna locale è orientata in modo tale da portarsi a coincidere con la terna globale a mezzo di rotazioni orarie degli assi locali inferiori a 180°.

- ? Le forze, sia sulle aste che sulle pareti o lastre, sono positive se opposte agli assi locali;
- ? Le forze nodali sono positive se opposte agli assi globali;
- ? Le coppie sono positive se sinistrorse.

Le caratteristiche di sollecitazione sono positive se sulla faccia di normale positiva sono rappresentate da vettori equiversi agli assi di riferimento locali; in particolare il vettore momento positivo rappresenta una coppia che ruota come le dita della mano destra che si chiudono quando il pollice è equi verso all'asse locale.

- ? Le traslazioni sono positive se concorde con gli assi globali;
- ? Le rotazioni sono positive se sinistrorse.

Il sistema di riferimento locale per gli elementi bidimensionali è quello riportato in figura



La terna locale per l'elemento shell è costituita dall'asse x locale che va dal nodo li al nodo jk, l'asse y è diretto secondo il piano dell'elemento e orientato verso il nodo l e l'asse z di conseguenza in modo da formare la solita terna sinistrorsa. L'asse z locale rappresenta la normale positiva all'elemento.

Le sollecitazioni dell'elemento sono:

a) sforzi membranali.  $S_{xx} =$

$s_x$

$S_{yy} = s_y$   $S_{xy} =$

$t_{xy}$

b) sforzi flessionali:

$M_{xx}$  momento flettente che genera  $s_x$ , cioè intorno ad y.  $M_{yy}$

momento flettente che genera  $s_y$ , cioè intorno ad x  $M_{xy}$

momento torcente che genera  $t_{xy}$ .

Le sollecitazioni principali dell'elemento sono:

$$M_{1,2} = \frac{M_x + M_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{M_x - M_y}{2}\right)^2 + M_{xy}^2}$$

$$S_{1,2} = \frac{S_x + S_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{S_x - S_y}{2}\right)^2 + S_{xy}^2}$$

$$\tan 2\theta = \frac{M_{xy}}{M_x - M_y}$$

dove  $\theta$  è l'angolo formato dagli assi principali di  $M_1$  e  $M_2$  con quelli di riferimento e

$$\tan 2\varphi = \frac{S_{xy}}{S_x - S_y}$$

dove  $\varphi$  è l'angolo formato dagli assi principali di  $S_1$  e  $S_2$  con quelli di riferimento

L'elemento shell usato come piastra dà i momenti flettenti e non i tagli in direzione ortogonale all'elemento che possono ottenersi come derivazione dei momenti flettenti;

$$T_{zx} = M_{xx,x} + M_{xy,y}$$

$$T_{zy} = M_{xy,y} + M_{yy,y}$$

quando invece viene usato come lastra ci restituisce una 's' costante ed una 't' costante non adatti a rappresentare momenti flettenti, ma solo sforzi normali e tagli nel piano della lastra.

I tabulati di calcolo contengono due sezioni principali: la descrizione del modello di calcolo e la presentazione dei risultati.

La descrizione del modello di calcolo contiene:

- ? i dati generali (dimensioni)
- ? le coordinate nodali;
- ? i vincoli dei nodi e i vincoli interni delle aste, con le eventuali sconnessioni;
- ? le caratteristiche sezionali;
- ? le caratteristiche dei solai;
- ? le caratteristiche delle aste;
- ? i carichi sulle aste, sui nodi e sui muri (inclusa la distribuzione delle distorsioni impresse, e delle variazioni e dei gradienti di temperatura);
- ? configurazione di sistemi che introducono stati coattivi;
- ? le caratteristiche dei materiali;
- ? legami costitutivi e criteri di verifica;
- ? le condizioni di carico;

La stampa dei risultati contiene:

- ? le combinazioni dei carichi;
- ? le forze sismiche agenti sulla struttura;
- ? gli spostamenti d'impalcato, se l'impalcato è rigido;
- ? gli spostamenti nodali;
- ? le sollecitazioni sulle membrature per ogni combinazione di carico;
- ? la sollecitazione sul terreno sotto travi di fondazione o platee;
- ? deformate;
- ? diagrammi sollecitazioni;



## TABULATI DI INPUT

Dati generali	
Nome struttura	
Fattore rigidezza assiale pilastri	10
Numero di frequenze	25
% Filtro masse libere	0.1
% Coefficiente di smorzamento viscoso	5
Spostamenti modali con segno	Si
Deformabilità a taglio delle aste	Si
Spostamento ammissibile impalcati	0.0050*h

Impalcati				
N°	Quota	Rigido	Incr.Soll.Pil	Inc.Soll.Par.
	mm			
0	0	No	1.000	1.000

Percentuali Spostamento masse impalcati		
Posizione	% Spostamento direzione X	% Spostamento direzione Y
1	0	-5
2	5	0
3	0	5
4	-5	0

Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale					
Comb	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0
2	1	2	0.3	1	0
3	1	4	1	0.3	0
4	1	4	0.3	1	0
5	3	2	1	0.3	0
6	3	2	0.3	1	0
7	3	4	1	0.3	0
8	3	4	0.3	1	0

Comb. = Numero di combinazione dei sismi

Pos. SismaX = Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X

Pos. SismaY = Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y

Fx = Fattore con cui il sisma X partecipa

Fy = Fattore con cui il sisma Y partecipa

Fz = Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

Ogni combinazione genera al massimo 8 sotto-combinazioni in base a tutte le combinazioni possibili dei segni di Fx ed Fy ed Fz

## Spettri di risposta

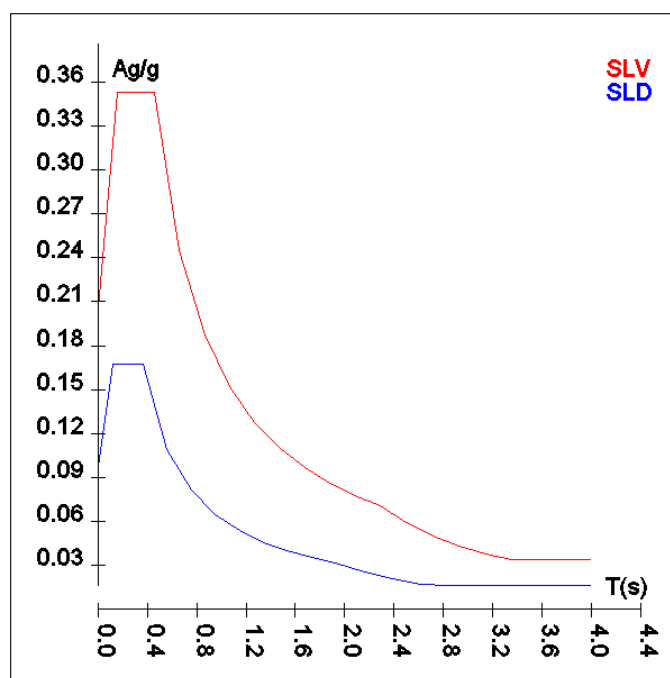
### Spettro:SpettroNT\_2018(q=1.5)

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso	1.000
Periodo di riferimento(anni)	50.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=50.0
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=475.0

Parametri del sito	
Comune	Biancavilla - (CT)
Longitudine	<b>14.8652 – WGS84</b>
Latitudine	<b>37.6461 – WGS84</b>
Id reticolo del sito	47419-47197-47196-47418
Valori di riferimento del sito	
Ag/g(TR=50.0) SLD	0.0815
F0(TR=50.0) SLD	2.5703
T°C(TR=50.0) SLD	0.253
Ag/g(TR=475.0) SLV	0.1712
F0(TR=475.0) SLV	2.5796
T°C(TR=475.0) SLV	0.336
Coefficiente Amplificazione Topografica	St=1.000
<b>Categoria terreno B</b>	
stato limite SLV	
	Ss=1.20
	TB=0.15
	TC=0.46
	TD=2.28
stato limite SLD	
	Ss=1.20
	TB=0.12
	TC=0.37
	TD=1.93
Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Cemento armato
Struttura non regolare in altezza	Kr=0.800000
	Kw=1.000
Regolare in pianta	NO (cfr.NTC7.3.1)
Tipologia : struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	Ce=3.000
Telaio 1 piano	Au/A1=1.100
Fattore di comportamento $q=Kw*Kr*q0=Kw*Kr*Ce*(1+au/a1)/2$	1.500
Fattore di comportamento q SLD	1.500

TSLV [s]	SLV[a/g]	TSLD [s]	SLD[a/g]
0.00000	0.20541	0.00000	0.09779
0.15323	0.35324	0.12228	0.16756
0.45970	0.35324	0.36685	0.16756
0.66248	0.24512	0.56174	0.10943
0.86526	0.18768	0.75663	0.08124
1.06803	0.15204	0.95151	0.06460
1.27081	0.12778	1.14640	0.05362
1.47358	0.11020	1.34129	0.04583
1.67636	0.09687	1.53618	0.04001
1.87914	0.08642	1.73106	0.03551
2.08191	0.07800	1.92595	0.03192
2.28469	0.07108	2.15640	0.02546
2.49910	0.05940	2.38685	0.02078
2.71352	0.05039	2.61730	0.01728
2.92793	0.04328	2.84775	0.01630
3.14234	0.03757	3.07820	0.01630
3.35676	0.03423	3.30865	0.01630
3.57117	0.03423	3.53910	0.01630
3.78559	0.03423	3.76955	0.01630
4.00000	0.03423	4.00000	0.01630



### Caratteristiche del terreno

**Terreno1-** Cost.Winkler=10.00 kg/cmc  
Falda assente

Strato n°	Spessore	$\gamma$	$\gamma_{Sat}$	$\phi$	Addensato	OCR	Coesione	Cu	E	$\nu$
	cm	kg/mc	kg/mc	°			kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>	kg/cm <sup>q</sup>	
1	100	1900	1900	35	No	--	0.00	0.00	2E02	0.30

### Materiali

**Materiale: C25/30**

Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cm <sup>q</sup>	3E05
Modulo di Poisson $\nu$		0.13
Coefficiente di dilatazione termica $\lambda$	1/°C	1e-05

### Pareti - geometria e vincoli

Parete	Nodi	Tipo	Materiale	Criterio	N.P.	N.P.X	N.P.Y	Spess.
								cm
1	5-3-1-2-4-6-8-10-12-11-9-7	Platea	C25/30	CLS Platee	58			20

### Muri - Carichi

Par	Pan	Condizione	Tipo	Carico	Vert.1	Vert.2	Vert.3	Vert.4	Altez za	Peso sp.	Coesio ne	Ang. at.	K0
									cm	kg/mc	kg/cm <sup>q</sup>	°	
1		Peso Proprio	Peso Proprio kg	3575									
1		TAMP	Uniforme	1412									
1		Spinta idrostatica	Idrostatico - Positivo						250	1000			
1		Qvar	Uniforme	50									

## TABULATI DI VERIFICA

L'esito di ogni elaborazione viene sintetizzato nei disegni e schemi grafici allegati, che evidenziano i valori numerici nei punti e/o nelle sezioni significative, ai fini della valutazione del comportamento complessivo della struttura, e quelli necessari ai fini delle verifiche di misura della sicurezza.

Di seguito si riportano le tabelle relative a:

- Forze sismiche e masse
- Fattori di partecipazione e masse modali
- Massime tensioni sul terreno platee
- Massimi spostamenti dei nodi
- Massime reazioni vincolari
- Massime sollecitazioni muri Discretizzati

### Risultati Analisi Dinamica - Baricentri masse e masse

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_(STR/GEO)\_2018

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	No	150	186	123	100

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	No	150	203	136	100

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	No	150	186	148	100

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	No	150	169	136	100

### Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_(STR/GEO)\_2018

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=24

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.0279	-0.010	-2.292	0	52	0.00	34.36
2(2)	0.0278	-1.732	0.017	29	0	19.62	0.00
3(3)	0.0277	-0.072	-0.184	0	0	0.03	0.22
4(4)	0.0277	1.167	-0.005	13	0	8.90	0.00
5(5)	0.0273	0.372	-1.346	1	18	0.90	11.84
6(6)	0.0273	-1.430	-0.394	20	2	13.37	1.01
7(7)	0.0272	0.038	0.476	0	2	0.01	1.48
8(8)	0.0272	0.789	-0.102	6	0	4.07	0.07
9(9)	0.0263	1.518	0.012	23	0	15.06	0.00
10(10)	0.0263	0.014	-1.262	0	16	0.00	10.41
11(11)	0.0263	0.014	-0.831	0	7	0.00	4.51
12(12)	0.0262	-0.321	-0.034	1	0	0.67	0.01
13(13)	0.0249	-1.461	0.012	21	0	13.95	0.00
14(14)	0.0249	-0.016	-1.368	0	18	0.00	12.24
15(15)	0.0248	0.002	0.708	0	5	0.00	3.28
16(16)	0.0248	0.322	-0.019	1	0	0.68	0.00
17(17)	0.0238	0.000	1.347	0	18	0.00	11.86
18(18)	0.0238	1.172	-0.003	13	0	8.98	0.00

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
19(19)	0.0238	-0.001	0.394	0	2	0.00	1.02
20(20)	0.0237	-0.698	-0.005	5	0	3.18	0.00
21(21)	0.0231	-0.003	-1.066	0	11	0.00	7.43
22(22)	0.0231	-0.872	0.012	7	0	4.97	0.00
23(23)	0.0230	0.119	-0.141	0	0	0.09	0.13
24(24)	0.0230	0.911	0.027	8	0	5.42	0.00
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.92	99.89	99.92	99.89

## Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=22

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		kgm*g					
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.0278	2.284	0.009	51	0	34.10	0.00
2(2)	0.0277	0.007	-2.417	0	57	0.00	38.20
3(3)	0.0275	-0.003	0.349	0	1	0.00	0.79
4(5)	0.0273	0.022	-1.202	0	14	0.00	9.45
5(6)	0.0272	-1.249	-0.061	15	0	10.20	0.02
6(7)	0.0272	-0.257	-0.034	1	0	0.43	0.01
7(8)	0.0272	-0.110	0.538	0	3	0.08	1.89
8(9)	0.0265	0.004	-1.365	0	18	0.00	12.19
9(10)	0.0264	1.012	0.037	10	0	6.70	0.01
10(11)	0.0264	-1.058	-0.007	11	0	7.32	0.00
11(12)	0.0263	0.123	-0.326	0	1	0.10	0.70
12(13)	0.0247	-0.008	-1.586	0	25	0.00	16.45
13(14)	0.0247	1.514	-0.018	22	0	14.98	0.00
14(15)	0.0246	0.769	0.005	6	0	3.86	0.00
15(16)	0.0246	0.043	0.280	0	1	0.01	0.51
16(17)	0.0239	-1.276	-0.746	16	5	10.64	3.64
17(18)	0.0239	0.892	-1.078	8	11	5.20	7.59
18(19)	0.0238	0.231	-0.003	1	0	0.35	0.00
19(20)	0.0238	-0.023	-0.471	0	2	0.00	1.45
20(21)	0.0234	-0.946	0.000	9	0	5.85	0.00
21(22)	0.0234	-0.000	1.006	0	10	0.00	6.61
22(23)	0.0233	0.001	0.242	0	1	0.00	0.38
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.82	99.89	99.82	99.89

## Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=24

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		kgm*g					
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.0279	-0.003	2.292	0	52	0.00	34.34
2(2)	0.0278	-1.728	-0.005	29	0	19.53	0.00
3(3)	0.0277	0.009	0.186	0	0	0.00	0.23
4(4)	0.0277	1.173	-0.004	13	0	9.00	0.00
5(5)	0.0273	0.007	1.397	0	19	0.00	12.75
6(6)	0.0273	1.471	-0.008	21	0	14.14	0.00
7(7)	0.0272	0.001	0.505	0	2	0.00	1.67
8(8)	0.0272	-0.808	-0.001	6	0	4.26	0.00
9(9)	0.0263	-1.515	0.016	23	0	15.01	0.00
10(10)	0.0263	0.036	1.277	0	16	0.01	10.66
11(11)	0.0263	-0.007	0.807	0	6	0.00	4.26
12(12)	0.0262	0.328	-0.047	1	0	0.71	0.01
13(13)	0.0249	1.461	0.039	21	0	13.96	0.01
14(14)	0.0249	0.053	-1.364	0	18	0.02	12.16
15(15)	0.0248	-0.001	0.717	0	5	0.00	3.36
16(16)	0.0248	0.313	0.047	1	0	0.64	0.01
17(17)	0.0238	0.031	-1.348	0	18	0.01	11.88

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
18(18)	0.0238	1.179	0.067	14	0	9.09	0.03
19(19)	0.0238	0.040	0.373	0	1	0.01	0.91
20(20)	0.0237	0.683	-0.077	5	0	3.05	0.04
21(21)	0.0231	-0.011	1.066	0	11	0.00	7.42
22(22)	0.0231	-0.880	-0.056	8	0	5.07	0.02
23(23)	0.0230	-0.384	-0.106	1	0	0.96	0.07
24(24)	0.0230	-0.826	0.094	7	0	4.46	0.06
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.92	99.89	99.92	99.89

Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =25, filtrate=22

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.0278	-2.283	0.013	51	0	34.07	0.00
2(2)	0.0277	-0.013	-2.414	0	57	0.00	38.09
3(3)	0.0275	-0.002	0.347	0	1	0.00	0.79
4(5)	0.0273	0.017	-1.208	0	14	0.00	9.54
5(6)	0.0272	1.247	0.026	15	0	10.17	0.00
6(7)	0.0272	-0.298	0.003	1	0	0.58	0.00
7(8)	0.0272	0.019	-0.548	0	3	0.00	1.96
8(9)	0.0265	-0.005	1.363	0	18	0.00	12.14
9(10)	0.0264	-1.001	-0.027	10	0	6.54	0.00
10(11)	0.0264	1.072	0.005	11	0	7.51	0.00
11(12)	0.0263	0.075	-0.333	0	1	0.04	0.73
12(13)	0.0248	0.010	1.586	0	25	0.00	16.45
13(14)	0.0247	-1.525	0.012	23	0	15.21	0.00
14(15)	0.0246	0.744	0.004	5	0	3.62	0.00
15(16)	0.0246	-0.006	-0.274	0	1	0.00	0.49
16(17)	0.0239	1.551	0.117	24	0	15.73	0.09
17(18)	0.0239	-0.130	1.307	0	17	0.11	11.17
18(19)	0.0238	0.217	0.025	0	0	0.31	0.00
19(20)	0.0238	-0.041	0.464	0	2	0.01	1.41
20(21)	0.0234	-0.950	-0.006	9	0	5.90	0.00
21(22)	0.0234	0.007	-1.006	0	10	0.00	6.62
22(23)	0.0233	-0.001	-0.244	0	1	0.00	0.39
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				150	150		
Masse strutturali libere [kgm*g]				150	150		
Percentuale				99.82	99.89	99.82	99.89

## Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Sigma terreno platea

Scenario di calcolo : Set_NT_SLV_SLD_A2 (STR/GEO)_2018				
Muro	Cx	Cy	Cz	Sigma
	mm	mm	mm	kg/cmq
1	163	986	0	0.59(2)
1	499	445	0	0.59(2)
1	1163	117	0	0.59(2)
1	2549	120	0	0.59(2)
1	3214	446	0	0.59(2)
1	3551	987	0	0.59(2)
1	3551	1727	0	0.59(2)
1	3214	2268	0	0.59(2)
1	2549	2595	0	0.59(2)
1	1163	2595	0	0.59(2)
1	499	2267	0	0.59(2)
1	163	1726	0	0.59(2)
1	331	715	0	0.59(2)
1	831	281	0	0.59(2)
1	1856	118	0	0.59(2)
1	2882	283	0	0.59(2)

1	3383	716	0	0.59(2)
1	3551	1357	0	0.59(2)
1	3383	1997	0	0.59(2)
1	2882	2431	0	0.59(2)
1	1856	2595	0	0.59(2)
1	831	2431	0	0.59(2)
1	331	1996	0	0.59(2)
1	163	1356	0	0.59(2)
1	674	623	0	0.59(2)
1	944	601	0	0.59(2)
1	1361	545	0	0.59(2)
1	1919	527	0	0.59(2)
1	2444	504	0	0.59(2)
1	2810	544	0	0.59(2)
1	3056	590	0	0.59(2)
1	3130	789	0	0.59(2)
1	3219	1049	0	0.59(2)
1	3251	1349	0	0.59(2)
1	3233	1636	0	0.59(2)
1	3113	1875	0	0.59(2)
1	3035	2092	0	0.59(2)
1	2772	2120	0	0.59(2)
1	2379	2181	0	0.59(2)
1	1856	2191	0	0.59(2)
1	1329	2170	0	0.59(2)
1	931	2107	0	0.59(2)
1	669	2081	0	0.59(2)
1	588	1862	0	0.59(2)
1	465	1628	0	0.59(2)
1	442	1352	0	0.59(2)
1	470	1077	0	0.59(2)
1	598	847	0	0.59(2)
1	2006	976	0	0.58(2)
1	1899	1399	0	0.58(2)
1	1867	1793	0	0.58(2)
1	693	1353	0	0.59(2)
1	980	1359	0	0.59(2)
1	1417	1372	0	0.58(2)
1	1378	1769	0	0.59(2)
1	911	1734	0	0.59(2)
1	689	1572	0	0.59(2)
1	1425	966	0	0.58(2)
1	926	981	0	0.59(2)
1	696	1137	0	0.59(2)
1	2969	1354	0	0.59(2)
1	2672	1417	0	0.59(2)
1	2306	1448	0	0.58(2)
1	2599	1123	0	0.59(2)
1	2473	852	0	0.59(2)
1	2304	1182	0	0.58(2)
1	2908	1083	0	0.59(2)
1	2830	817	0	0.59(2)
1	2336	1797	0	0.59(2)
1	2780	1759	0	0.59(2)
1	2994	1583	0	0.59(2)
<b>Massimo assoluto</b>				
1	163	986	0	0.59(2)
<b>Minimo assoluto</b>				
1	1899	1399	0	0.58(2)

## Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Nodi

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_(STR/GEO)\_2018

la tripletta (Cb [-SubC-Cbm]) indica la Combinazione - SottoCombinazione sismica - Posizione Masse, nel caso non sismico mancano SubC-Cbm

Nodo	Trasl. X	Trasl. Y	Trasl. Z	Rotaz. X	Rotaz. Y	Rotaz. Z
------	----------	----------	----------	----------	----------	----------



Nodo	Trasl. X	Trasl. Y	Trasl. Z	Rotaz. X	Rotaz. Y	Rotaz. Z
	mm	mm	mm	mrad	mrad	mrad
1	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	0.00(4-II-1)	-0.00(3-II-4)	0.00(1)
2	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	0.00(4-II-1)	0.00(3-I-2)	0.00(1)
3	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	0.00(4-II-4)	-0.00(3-II-4)	0.00(1)
4	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	0.00(4-II-2)	0.00(3-I-2)	0.00(1)
5	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	0.00(4-II-4)	-0.00(3-II-4)	0.00(1)
6	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	0.00(4-II-2)	0.00(3-I-2)	0.00(1)
7	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	-0.00(4-I-4)	-0.00(3-II-4)	0.00(1)
8	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	-0.00(4-I-2)	0.00(3-I-2)	0.00(1)
9	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	-0.00(4-I-4)	-0.00(3-II-4)	0.00(1)
10	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	-0.00(4-I-2)	0.00(3-I-2)	0.00(1)
11	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	-0.00(4-I-3)	-0.00(3-II-4)	0.00(1)
12	0.00(1)	0.00(1)	-0.59(2)	-0.00(4-I-3)	0.00(3-I-2)	0.00(1)
101	-0.05(3-II-1)	-0.05(4-II-1)	-0.59(2)	0.08(4-II-1)	-0.07(3-II-1)	0.00(3-I-1)
102	0.05(3-I-1)	-0.05(4-II-1)	-0.59(2)	0.08(4-II-1)	0.07(3-I-1)	0.00(3-I-1)
103	-0.05(3-II-1)	-0.05(4-II-1)	-0.59(2)	0.07(4-II-1)	-0.07(3-II-1)	0.00(3-I-1)
104	0.05(3-I-1)	-0.05(4-II-2)	-0.59(2)	0.07(4-II-2)	0.07(3-I-1)	0.00(3-I-1)
105	-0.05(3-II-4)	-0.05(4-II-4)	-0.59(2)	0.07(4-II-4)	-0.07(3-II-4)	0.00(3-I-4)
106	0.05(3-I-2)	-0.05(4-II-2)	-0.59(2)	0.07(4-II-2)	0.07(3-I-2)	0.00(3-I-2)
107	-0.05(3-II-4)	0.05(4-I-4)	-0.59(2)	-0.07(4-I-4)	-0.07(3-II-4)	0.00(3-I-4)
108	0.05(3-I-2)	0.05(4-I-2)	-0.59(2)	-0.07(4-I-2)	0.07(3-I-2)	0.00(3-I-2)
109	-0.05(3-II-3)	0.05(4-I-4)	-0.59(2)	-0.07(4-I-4)	-0.07(3-II-3)	0.00(3-I-3)
110	0.05(3-I-3)	0.05(4-I-3)	-0.59(2)	-0.07(4-I-3)	0.07(3-I-3)	0.00(3-I-3)
111	-0.05(3-II-3)	0.05(4-I-3)	-0.59(2)	-0.08(4-I-3)	-0.07(3-II-3)	0.00(3-I-3)
112	0.05(3-I-3)	0.05(4-I-3)	-0.59(2)	-0.08(4-I-3)	0.07(3-I-3)	0.00(3-I-3)

### Risultati Analisi Dinamica - Reazioni massime - Nodi

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2 (STR/GEO) 2018

Nodo	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m
1	50(3-II-1)	65(4-II-1)	0	0	0	-2(3-II-3)
2	-49(3-I-1)	65(4-II-1)	0	0	0	1(3-I-3)
3	56(3-II-4)	45(4-II-1)	0	0	0	0
4	-56(3-I-2)	46(4-II-1)	0	0	0	0
5	66(3-II-4)	31(4-II-4)	0	0	0	-1(4-I-4)
6	-66(3-I-2)	31(4-II-2)	0	0	0	1(4-I-2)
7	66(3-II-4)	-31(4-I-4)	0	0	0	1(4-II-4)
8	-66(3-I-2)	-31(4-I-2)	0	0	0	-1(4-II-2)
9	56(3-II-4)	-45(4-I-3)	0	0	0	0
10	-56(3-I-2)	-46(4-I-3)	0	0	0	0
11	50(3-II-3)	-65(4-I-3)	0	0	0	2(3-II-1)
12	-50(3-I-3)	-65(4-I-3)	0	0	0	-1(3-I-1)

### Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni Massime - Muri discretizzati

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2 (STR/GEO) 2018

Muro	Pann.	Sxx	Syy	Sxy	Mxx	Myy	Mxy
		kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg*m/m	kg*m/m	kg*m/m
1	1	-0.04(3-II-4)	-0.08(3-II-4)	-0.02(3-II-4)	2(4-II-2)	-5(3-I-1)	4(4-I-4)
1	2	-0.05(4-II-1)	-0.07(1)	-0.01(4-II-3)	4(4-II-1)	-3(3-I-4)	4(4-I-4)
1	3	-0.05(1)	-0.10(1)	-0.03(3-II-4)	2(4-II-2)	6(4-II-4)	5(1)
1	4	-0.07(1)	-0.08(3-I-2)	-0.04(4-II-2)	-3(4-I-2)	5(1)	5(1)
1	5	-0.06(1)	-0.06(2)	-0.02(4-I-1)	-6(4-I-2)	5(4-II-1)	2(3-I-2)
1	6	-0.06(1)	-0.07(3-I-2)	-0.03(3-I-2)	-7(4-I-2)	4(3-I-2)	-2(3-II-1)
1	7	-0.07(4-II-1)	-0.04(4-II-1)	-0.02(4-I-1)	-7(4-I-2)	-2(3-II-3)	-4(4-II-1)
1	8	-0.04(2)	-0.07(3-I-2)	-0.02(4-II-2)	-6(4-I-2)	3(3-I-2)	-4(2)
1	9	-0.06(3-I-2)	-0.05(2)	-0.02(4-I-1)	3(4-II-2)	-4(3-II-2)	-4(2)
1	10	-0.04(4-I-3)	-0.07(3-I-2)	-0.02(4-II-3)	1(3-I-1)	-5(3-II-2)	-4(4-I-2)
1	11	-0.05(3-I-2)	-0.06(2)	-0.02(3-I-2)	3(3-I-2)	-7(3-II-2)	-2(4-I-2)
1	12	-0.05(4-I-3)	-0.07(2)	-0.01(4-II-3)	3(4-I-3)	-7(3-II-3)	-2(4-I-2)
1	13	-0.04(3-I-2)	-0.08(3-I-2)	-0.02(3-I-2)	2(4-I-4)	-6(3-II-3)	4(4-II-2)
1	14	-0.05(4-I-3)	-0.07(2)	-0.01(4-I-1)	4(4-I-3)	-3(3-II-2)	4(4-II-2)
1	15	-0.05(1)	-0.10(2)	-0.03(3-I-2)	2(4-I-4)	6(4-I-2)	5(1)
1	16	-0.07(1)	-0.08(3-II-4)	-0.04(4-I-4)	-2(4-II-4)	6(2)	5(1)

1	17	-0.06(1)	-0.06(2)	-0.02(4-II-3)	-5(4-II-4)	5(4-I-3)	2(3-II-4)
1	18	-0.06(2)	-0.07(3-II-4)	-0.03(3-II-4)	-7(4-II-4)	4(3-II-4)	2(3-II-4)
1	19	-0.07(4-I-3)	-0.04(4-I-3)	-0.02(4-II-3)	-7(4-II-4)	-2(3-I-1)	-4(4-I-3)
1	20	-0.05(2)	-0.07(3-II-4)	-0.02(4-I-4)	-5(4-II-4)	-3(3-I-4)	-4(3-I-4)
1	21	-0.06(3-II-4)	-0.05(1)	-0.02(4-II-3)	3(4-I-4)	-5(3-I-4)	-4(2)
1	22	-0.04(4-II-1)	-0.07(3-II-4)	-0.02(4-I-1)	1(3-II-3)	-5(3-I-4)	-4(4-II-4)
1	23	-0.05(3-II-4)	-0.06(1)	-0.02(3-II-4)	3(3-II-4)	-7(3-I-4)	-2(4-II-4)
1	24	-0.05(4-II-1)	-0.07(1)	-0.01(4-I-1)	3(4-II-1)	-7(3-I-1)	-2(4-II-4)
1	25	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-I-2)	7(4-I-4)	9(1)	3(1)
1	26	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-I-2)	9(1)	11(1)	1(3-II-4)
1	27	-0.06(1)	-0.06(2)	-0.02(3-I-2)	5(4-I-4)	8(1)	1(3-II-4)
1	28	-0.05(2)	-0.07(2)	-0.02(3-I-2)	8(2)	9(1)	1(3-II-4)
1	29	-0.05(2)	-0.06(2)	-0.02(3-I-2)	6(3-II-3)	7(3-II-4)	-1(3-I-4)
1	30	-0.05(2)	-0.06(3-II-4)	-0.02(3-I-2)	4(4-I-3)	5(3-II-4)	-2(3-II-4)
1	31	-0.05(3-II-3)	-0.06(2)	-0.02(4-I-1)	4(3-II-3)	4(3-II-4)	-2(3-I-4)
1	32	-0.06(2)	-0.06(3-II-4)	-0.02(3-I-2)	3(4-I-4)	5(3-II-4)	-1(3-I-4)
1	33	-0.05(1)	-0.08(1)	-0.02(3-II-4)	7(4-II-2)	9(1)	3(4-I-1)
1	34	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-II-4)	9(1)	11(1)	2(4-I-1)
1	35	-0.05(2)	-0.07(2)	-0.01(3-II-4)	8(2)	9(1)	1(4-I-1)
1	36	-0.05(2)	-0.07(1)	-0.02(3-II-4)	6(2)	6(3-II-4)	2(4-I-1)
1	37	-0.04(3-II-3)	-0.07(1)	-0.01(4-II-3)	5(2)	3(3-II-4)	2(4-I-1)
1	38	-0.04(2)	-0.06(2)	-0.01(4-II-3)	5(3-II-3)	3(3-II-4)	-2(4-II-1)
1	39	-0.04(3-II-3)	-0.06(1)	-0.02(3-II-4)	5(3-II-3)	3(3-II-4)	0
1	40	-0.05(2)	-0.06(2)	-0.01(3-I-2)	7(2)	6(3-II-4)	0
1	41	-0.05(1)	-0.07(2)	-0.02(3-II-4)	9(2)	9(2)	1(3-I-2)
1	42	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-II-4)	9(1)	11(1)	1(3-I-2)
1	43	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-II-4)	8(2)	10(2)	1(3-I-2)
1	44	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-II-4)	7(4-II-2)	9(1)	3(3-I-2)
1	45	-0.05(1)	-0.06(2)	-0.02(3-II-4)	7(2)	7(3-I-2)	0
1	46	-0.05(1)	-0.06(2)	-0.02(3-II-4)	4(3-I-1)	4(3-I-2)	-2(3-II-2)
1	47	-0.06(1)	-0.06(3-I-2)	-0.02(4-II-2)	-3(4-I-2)	5(3-I-2)	-1(3-II-2)
1	48	-0.05(1)	-0.06(3-I-2)	-0.02(3-II-4)	3(4-II-2)	5(3-I-2)	-2(3-II-2)
1	49	-0.05(1)	-0.06(2)	-0.02(3-II-4)	6(4-II-2)	8(2)	0
1	50	-0.06(1)	-0.06(3-I-2)	-0.02(3-II-4)	4(4-II-2)	7(2)	1(3-I-2)
1	51	-0.06(1)	-0.07(2)	-0.02(3-I-2)	9(1)	10(2)	2(4-II-3)
1	52	-0.05(1)	-0.08(2)	-0.02(3-I-2)	6(4-I-4)	9(2)	3(4-II-3)
1	53	-0.05(1)	-0.07(2)	-0.01(3-I-2)	8(1)	8(2)	1(4-II-3)
1	54	-0.05(1)	-0.07(2)	-0.02(3-I-2)	6(1)	6(3-I-2)	2(4-II-3)
1	55	-0.04(3-I-1)	-0.07(2)	-0.01(4-I-1)	5(1)	3(3-I-2)	2(4-II-3)
1	56	-0.05(1)	-0.06(2)	-0.01(4-I-1)	5(3-I-1)	4(3-I-2)	-2(4-I-3)
1	57	-0.04(3-I-1)	-0.07(2)	-0.02(4-I-1)	5(1)	3(3-I-2)	0
1	58	-0.05(1)	-0.06(2)	-0.01(3-II-4)	7(1)	6(3-I-2)	0

# VERIFICHE STATO LIMITE ULTIMO

## Verifica dei Muri in calcestruzzo

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_(STR/GEO)\_2018

Muro[Platea]:1-Nodi:[5-3-1-2-4-6-8-10-12-11-9-7]:Verificato

Pann=58 Spess.= 20 cm Terreno:Terreno1 Criterio CLS\_Platee Materiale: C25/30

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq		
1	-62	-79	-17	0	-5	4	4.02	4.02	(3+4)-IV-1	>100
2	-57	-102	-24	-0	-3	4	4.02	4.02	(3+4)-IV-1	>100
3	-92	-192	-52	1	5	5	4.02	4.02	1	>100
4	-136	-151	-71	-0	5	5	4.02	4.02	1	>100
5	-81	-75	-35	-6	2	1	4.02	4.02	(3+4)-II-3	>100
6	-71	-27	-16	-7	0	-2	4.02	4.02	(3+4)-III-3	>100
7	-57	-46	-21	-6	-2	-4	4.02	4.02	(3+4)-I-3	>100
8	-72	-89	-14	-6	1	-3	4.02	4.02	(3+4)-II-3	>100
9	-59	-66	-12	-1	-5	-4	4.02	4.02	(3+4)-I-4	>100
10	-45	-62	-26	-1	-6	-3	4.02	4.02	(3+4)-V-4	>100
11	-33	-76	-8	0	-7	-1	4.02	4.02	(3+4)-V-4	>100
12	-30	-82	-25	0	-7	2	4.02	4.02	(3+4)-VI-4	>100
13	-62	-80	-17	0	-5	4	4.02	4.02	(3+4)-VI-4	>100
14	-56	-102	-24	-0	-3	4	4.02	4.02	(3+4)-VI-4	>100
15	-92	-194	-51	1	5	5	4.02	4.02	1	>100
16	-133	-152	-71	-0	6	5	4.02	4.02	1	>100
17	-81	-78	-35	-5	3	1	4.02	4.02	(3+4)-VIII-2	>100
18	-68	-33	-17	-6	1	-2	4.02	4.02	(3+4)-V-2	>100
19	-59	-48	-21	-6	-1	-4	4.02	4.02	(3+4)-VII-2	>100
20	-62	-90	-14	-6	1	-3	4.02	4.02	(3+4)-VIII-2	>100
21	-59	-65	-11	-1	-5	-4	4.02	4.02	(3+4)-VII-1	>100
22	-44	-61	-26	-1	-6	-3	4.02	4.02	(3+4)-III-1	>100
23	-32	-76	-7	0	-7	-1	4.02	4.02	(3+4)-III-1	>100
24	-29	-82	-25	0	-7	2	4.02	4.02	(3+4)-IV-1	>100
25	-119	-141	-38	6	9	3	4.02	4.02	1	>100
26	-113	-137	-27	9	11	1	4.02	4.02	1	>100
27	-114	-128	-35	4	8	1	4.02	4.02	1	>100
28	-109	-130	-28	8	9	1	4.02	4.02	1	>100
29	-101	-123	-29	6	6	-1	4.02	4.02	1	>100
30	-100	-117	-33	2	4	-2	4.02	4.02	1	>100
31	-98	-116	-29	3	2	-2	4.02	4.02	2	>100
32	-107	-109	-26	3	5	0	4.02	4.02	(3+4)-V-3	>100
33	-108	-152	-33	7	9	3	4.02	4.02	1	>100
34	-111	-139	-26	9	11	1	4.02	4.02	1	>100
35	-104	-135	-25	8	9	1	4.02	4.02	1	>100
36	-98	-145	-27	6	6	2	4.02	4.02	1	>100
37	-89	-116	-16	4	3	2	4.02	4.02	(3+4)-VII-3	>100
38	-88	-125	-25	4	1	-2	4.02	4.02	2	>100
39	-91	-109	-17	5	3	1	4.02	4.02	(3+4)-VII-3	>100
40	-95	-129	-26	7	5	-0	4.02	4.02	2	>100
41	-108	-132	-27	9	9	1	4.02	4.02	2	>100
42	-112	-137	-26	9	11	1	4.02	4.02	1	>100
43	-112	-134	-30	8	10	1	4.02	4.02	1	>100
44	-121	-138	-37	6	9	3	4.02	4.02	1	>100
45	-102	-127	-28	7	7	-0	4.02	4.02	2	>100
46	-98	-118	-30	4	3	-2	4.02	4.02	2	>100
47	-114	-100	-43	2	5	1	4.02	4.02	(3+4)-I-2	>100
48	-103	-116	-33	2	4	-2	4.02	4.02	2	>100
49	-101	-115	-21	6	7	1	4.02	4.02	(3+4)-III-2	>100
50	-100	-114	-38	4	6	1	4.02	4.02	(3+4)-I-2	>100
51	-110	-140	-26	9	10	2	4.02	4.02	1	>100
52	-106	-155	-32	6	9	3	4.02	4.02	1	>100
53	-104	-136	-26	8	8	1	4.02	4.02	2	>100
54	-97	-145	-27	6	6	2	4.02	4.02	1	>100

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
55	-89	-116	-16	4	2	2	4.02	4.02	(3+4)-I-2	>100
56	-90	-126	-26	4	2	-2	4.02	4.02	2	>100
57	-92	-109	-17	5	3	1	4.02	4.02	(3+4)-I-2	>100
58	-96	-130	-27	7	6	-0	4.02	4.02	1	>100
Massimi/minimi										
1							4.02			
1								4.02		
33										>100

# VERIFICHE STATO LIMITE DI ESERCIZIO

## Verifica dei Muri (Stati limite esercizio)

Scenario di calcolo : Set\_NT\_SLV\_SLD\_A2\_(STR/GEO)\_2018

Muro[Platea]:1-Nodi:[5-3-1-2-4-6-8-10-12-11-9-7]

Pann=58 Spess.= 20 cm Terreno:Terreno1 Criterio CLS\_Platee Materiale: C25/30

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi

Combinazione Rara:  $\sigma_{ca}$ [kg/cm<sup>2</sup>]=149  $\sigma_{fa}$ [kg/cm<sup>2</sup>]=3600

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_{cmax}$	$\sigma_{fmax}$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	kg/mq	kg/mq	kg/mq	kg	kg	kg	cmq/m	cmq/m	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>				
42	-430	-525	-101	7	8	1	4.02	4.02	-0	4	7	7	Si	>100

Combinazione QP:  $\sigma_{ca}$ [kg/cm<sup>2</sup>]=112  $\sigma_{fa}$ [kg/cm<sup>2</sup>]=3600

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Afx	Afy	$\sigma_{cmax}$	$\sigma_{fmax}$	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	kg/mq	kg/mq	kg/mq	kg	kg	kg	cmq/m	cmq/m	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>				
42	-430	-525	-101	7	8	1	4.02	4.02	-0	4	9	9	Si	>100

Verifica aperture fessure:Wamm Freq[mm]=0.400 Wamm Qp[mm]=0.300

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	$\sigma_{fmed}$	Wd	Wk	Cb	Ver	Cs
	kg/mq	kg/mq	kg/mq	kg	kg	kg	kg/cm <sup>2</sup>	mm	mm			
42	-430	-525	-101	7	8	1	4	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
42	-430	-525	-101	7	8	1	4	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100

# RELAZIONE SUI MATERIALI

I materiali impiegati per la costruzione sono:  
inserire l'elenco dei materiali per esempio

- cemento armato
- acciaio

## CEMENTO ARMATO

- **LEGANTI:** I leganti impiegati nell'opera in progetto, sono quelli previsti sono quelli previsti dalle disposizioni vigenti in materia (Legge 26-05-1965 e norme armonizzate della serie EN 197), dotati di attestato di conformità ai sensi delle norme EN 197-1 ed EN 197-2. In presenza di ambienti chimicamente aggressivi si fa riferimento ai cementi previsti dalle norme UNI 9156 (cementi resistenti ai solfati) e UNI 9606 (cementi resistenti al lavamento dell'acalce).
- **AGGREGATI:** La sabbia deve essere viva, con grani assortiti in grossezza da 0 a 3 mm, non proveniente da rocce in decomposizione, scricchiolante alla mano, pulita, priva di materie organiche, melmose, terrose e di salsedine. La ghiaia deve contenere elementi assortiti, di dimensioni fino a 15 mm, resistenti e non gelivi, non friabili, scevri di sostanze estranee, terra e salsedine. Le ghiaie sporche vanno accuratamente lavate. Anche il pietrisco proveniente da rocce compatte, non gessose né gelive, dovrà essere privo di impurità od elementi in decomposizione.
- **AGGIUNTE**
- **ADDITIVI**
- **ACQUA DI IMPASTO:** L'acqua da utilizzare per gli impasti dovrà essere limpida, priva di sali in percentuale dannosa e non aggressiva.

## CARATTERISTICHE RESISTENTI DEL CONGLOMERATO CEMENTIZIO

I parametri relativi alle caratteristiche resistenti sono riportati di seguito, secondo la notazione in tabella.

Parametro	Descrizione	simbolo	Correlazioni
<b>Resistenza caratteristica cubica a compressione</b>	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cubici confezionati e conservati secondo la norma EN12390-2, e sottoposti a prova di compressione uniassiale dopo 28 giorni, secondo la norma EN12390-3.	<b>R<sub>ck</sub></b>	
<b>Resistenza caratteristica cilindrica a compressione</b>	valore frattile 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cilindrici, di diametro 150mm ed altezza 300mm.	<b>f<sub>ck</sub></b>	<b>f<sub>ck</sub> = 0.83 R<sub>ck</sub></b>
<b>Resistenza di calcolo cilindrica a compressione</b>		<b>f<sub>cd</sub></b>	<b>f<sub>ck</sub> / γ<sub>c</sub></b>
<b>Resistenza a trazione</b>	Resistenza media a trazione semplice (assiale)	<b>f<sub>ctm</sub></b>	
<b>Resistenza caratteristica</b>		<b>f<sub>ctk</sub></b>	<b>f<sub>ctk</sub> = 0.7 f<sub>ctm</sub></b>

Parametro	Descrizione	simbolo	Correlazioni
Resistenza a trazione per flessione		f <sub>cfk</sub>	f <sub>cfk</sub> = 1,2/√f <sub>ctk</sub>
T.A. in esercizio combinazione rara			
T.A. in esercizio combinazione frequente			
T.A. in esercizio combinazione quasi perm.			
Modulo elastico	Viene come funzione della resistenza a rottura media su provino cubico (R <sub>cm</sub> )	E <sub>c</sub>	$E_c = 22000 \cdot \left[ \frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3}$ con f <sub>cm</sub> =f <sub>ck</sub> +8 (N/mm <sup>q</sup> )
Coefficiente di Poisson	viene adottato un valore maggiore di zero (calcestruzzo fessurato) e minore di 0.2 (non fessurato)	ν <sub>c</sub>	0 <ν <sub>c</sub> ≤ 0.2
Coefficiente di dilatazione termica	In fase di progettazione viene assunto il valore riportato nella presente tabella	α <sub>c</sub>	
Parti in calcestruzzo armato			
Classe calcestruzzo		Cls C25/30	
Resistenza cubica R <sub>ck</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	300	
Resistenza di calcolo f <sub>cd</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	141	
Resistenza a trazione di calcolo f <sub>ctd</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	12	
Resistenza cilindrica f <sub>ck</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	249	
Resistenza a trazione media f <sub>ctm</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	26	
Classe acciaio		Acciaio B450C	
Resistenza allo snervamento f <sub>yk</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	≥4500	
Resistenza alla rottura f <sub>tk</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	≥5400	
Parti in legno			
Legno_Tenso-Pressoflessione			
f <sub>yd</sub>	kg/cm <sup>q</sup>	140.00	
Tipologia legno	Lamellare		
Classe di resistenza	GL24h		

## DOSATURE DEI MATERIALI

La dosatura dei materiali è orientativamente la seguente per m<sup>3</sup> d'impasto, salvo la preparazione dei provini:

sabbia                      0.4 m<sup>3</sup>  
ghiaia                      0.8 m<sup>3</sup>  
acqua                      120 litri  
cemento tipo 425 3.5 q/m<sup>3</sup>

## ACCIAIO

Le armature metalliche saranno costituite da acciaio saldabile e qualificato secondo le procedure di cui ai punti 11.3.1.2 11.3.2 **D.M. 17.01.2018:**

Tipo acciaio B450C

$f_{v \text{ nom}}$  = 450 N/mm<sup>2</sup> – Tensione nominale di snervamento  
 $f_{t \text{ nom}}$  = 540 N/mm<sup>2</sup> – Tensione nominale di rottura  
 $f_{yk}$  = 450 N/mm<sup>2</sup> – Tensione caratteristica di snervamento  
 $f_{tk}$  = 540 N/mm<sup>2</sup> – Tensione caratteristica di rottura



t aderenza 2.6 N/mm<sup>2</sup>

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili e pieghe. E' tollerata una ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto. Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

## **RELAZIONE DEI MATERIALI DI OPERE DI NUOVA COSTRUZIONE**

### ***Materiali in genere***

I materiali ed i prodotti per uso strutturale, utilizzati nelle opere in oggetto alla presente relazione, devono rispondere ai requisiti indicati nel seguito.

I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

I materiali in genere occorrenti per la costruzione delle opere di cui al presente progetto proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e rispondano ai requisiti appresso indicati.

Quando la Direzione dei lavori avrà rifiutata qualche provvista perché ritenuta a suo giudizio insindacabile non idonea ai lavori, l'Appaltatore dovrà sostituirla con altra che risponda ai requisiti voluti, ed i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dalla sede del lavoro o dai cantieri a cura e spese dell'Appaltatore.

Le prove su materiali e prodotti, a seconda delle specifiche procedure applicabili, come specificato di volta in volta nel seguito, devono generalmente essere effettuate da:

- a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;
- b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;
- c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità.

Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93, deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

### **Cementi**

Tutti i manufatti in c.a. e c.a.p. potranno essere eseguiti impiegando unicamente cementi provvisti di attestato di conformità CE che soddisfino i requisiti previsti dalla norma UNI EN 197-1. Qualora vi sia l'esigenza di eseguire getti massivi, al fine di limitare l'innalzamento della temperatura all'interno del getto in conseguenza della reazione di idratazione del cemento, sarà opportuno utilizzare cementi comuni a basso calore di idratazione contraddistinti dalla sigla LH contemplati dalla norma UNI EN 197-1.

Se è prevista una classe di esposizione XA, secondo le indicazioni della norma UNI EN 206-2016 e UNI 11104, conseguente ad un'aggressione di tipo solfatico o di dilavamento della calce, sarà necessario utilizzare cementi resistenti ai solfati o alle acque dilavanti in accordo con la UNI 9156 o la UNI 9606.

Per getti di calcestruzzo in sbarramenti di ritenuta di grandi dimensioni si dovranno utilizzare cementi di cui all'art. 1 lettera C della legge 595 del 26 maggio 1965 o , al momento del recepimento nell'ordinamento italiano, cementi a bassissimo calore di idratazione VHL conformi alla norma UNI EN 14216.

### **Acqua di impasto**

Per la produzione del calcestruzzo dovranno essere impiegate le acque potabili e quelle di riciclo conformi alla UNI EN 1008.

### **Aggregati**

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

Gli aggregati debbono essere conformi ai requisiti della normativa UNI EN 12620 e UNI 8520-2 con i relativi riferimenti alla destinazione d'uso del calcestruzzo.

La massa volumica media del granulo in condizioni s.s.a. (saturo a superficie asciutta) deve essere pari o superiore a  $2300 \text{ kg/m}^3$ . A questa prescrizione si potrà derogare solo in casi di comprovata impossibilità di approvvigionamento locale, purché si continuino a rispettare le prescrizioni in termini di resistenza caratteristica a compressione e di durabilità descritti in fase di progetto. Per opere caratterizzate da un elevato rapporto superficie/volume, laddove assume un'importanza predominante la minimizzazione del ritiro igrometrico del calcestruzzo, occorrerà preliminarmente verificare che l'impiego di aggregati di minore massa volumica non determini un incremento del ritiro rispetto ad un analogo conglomerato confezionato con aggregati di massa volumica media maggiore di  $2300 \text{ Kg/m}^3$ .

Per i calcestruzzi con classe di resistenza caratteristica a compressione maggiore di C50/60 preferibilmente dovranno essere utilizzati aggregati di massa volumica maggiore di  $2600 \text{ kg/m}^3$ .

Gli aggregati dovranno rispettare i requisiti minimi imposti dalla norma UNI 8520 parte 2 relativamente al contenuto di sostanze nocive. In particolare:

- il contenuto di solfati solubili in acido (espressi come SO<sub>3</sub> da determinarsi con la procedura prevista dalla UNI-EN 1744-1: 1999 punto 12) dovrà risultare inferiore allo 0.2% sulla massa dell'aggregato indipendentemente se l'aggregato è grosso oppure fine (aggregati con classe di contenuto di solfati AS0,2);
- il contenuto totale di zolfo (da determinarsi con UNI-EN 1744-1 punto 11) dovrà risultare inferiore allo 0.1%;
- non dovranno contenere forme di silice amorfa alcali-reattiva o in alternativa dovranno evidenziare espansioni su prismi di malta, valutate con la prova accelerata e/o con la prova a lungo termine in accordo alla metodologia prevista dalla UNI 8520-22, inferiori ai valori massimi riportati nel prospetto 6 della UNI 8520 parte 2.

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni di messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.

### **Additivi**

Gli additivi, ove previsti, per la produzione del calcestruzzo devono possedere la marcatura CE ed essere conformi, in relazione alla particolare categoria di prodotto cui essi appartengono, ai requisiti imposti dai rispettivi prospetti della norma UNI EN 934 (parti 2, 3, 4, 5). Per gli altri additivi che non rientrano nelle classificazioni della norma si dovrà verificarne l'idoneità all'impiego in funzione dell'applicazione e delle proprietà richieste per il calcestruzzo. E' onere del produttore di calcestruzzo verificare preliminarmente i dosaggi ottimali di additivo per conseguire le prestazioni reologiche e meccaniche richieste oltre che per valutare eventuali effetti indesiderati. Per la produzione degli impasti, si consiglia l'impiego costante di additivi fluidificanti/riduttori di acqua o superfluidificanti/riduttori di acqua ad alta efficacia per limitare il contenuto di acqua di impasto, migliorare la stabilità dimensionale del calcestruzzo e la durabilità dei getti. Nel periodo estivo si consiglia di impiegare specifici additivi capaci di mantenere una prolungata lavorabilità del calcestruzzo in funzione dei tempi di trasporto e di getto.

Per le riprese di getto si potrà far ricorso all'utilizzo di ritardanti di presa e degli adesivi per riprese di getto. Nel periodo invernale al fine di evitare i danni derivanti dalla azione del gelo, in condizioni di maturazione al di sotto dei 5°C, si farà ricorso, oltre che agli additivi superfluidificanti, all'utilizzo di additivi acceleranti di presa e di indurimento privi di cloruri.

Per i getti sottoposti all'azione del gelo e del disgelo, si farà ricorso all'impiego di additivi aeranti come prescritto dalle normative UNI EN 206 e UNI 11104.

### **Acciai per c.a.**

Per opere in calcestruzzo armato si userà acciaio in barre del tipo:

1) B450C (ad aderenza migliorata) avente una tensione caratteristica di snervamento minima garantita di 450.00 N/mm<sup>2</sup> ed una tensione caratteristica a rottura minima garantita di 540.00 N/mm<sup>2</sup>.

Non saranno poste in opera barre eccessivamente ossidate, corrose, recanti difetti che ne riducano la resistenza o ricoperte da sostanze che possano ridurne l'aderenza al conglomerato.

L'acciaio da calcestruzzo armato, in ogni sua forma commerciale, deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.17/01/2018, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Nei riguardi della saldabilità, la composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018.

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018):

Proprietà	Valore caratteristico
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 450$
$f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\geq 540$
$f_t/f_y$	$\geq 1,15$ $\leq 1,35$
Agt (%)	$\geq 7,5$
$f_y/f_{y,nom}$	$\leq 1,25$

Prova di piega e raddrizzamento In accordo con quanto specificato nel D.M. 17/01/2018, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti:

Diametro nominale ( $\emptyset$ ) mm	Diametro massimo del mandrino
$\emptyset < 12$	4 $\emptyset$
$12 \leq \emptyset \leq 16$	5 $\emptyset$
$16 < \emptyset \leq 25$	8 $\emptyset$
$25 < \emptyset \leq 40$	10 $\emptyset$

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 17/01/2018:

Diametro nominale (mm)	Da 6 a $\leq 8$	Da $> 8$ a $\leq 50$
Tolleranza in % sulla sezione	$\pm 6$	$\pm 4,5$

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 17/01/2018. L'indice di aderenza  $I_r$  deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 17/01/2018. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

Diametro nominale mm	$I_r$
$5 \leq \varnothing \leq 6$	$\geq 0.048$
$6 < \varnothing \leq 8$	$\geq 0.055$
$8 < \varnothing \leq 12$	$\geq 0.060$
$\varnothing > 12$	$\geq 0.065$

### **Conglomerato cementizio**

Al fine di ottenere le prestazioni richieste, si dovranno dare indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI ENV 13670-1 ed alle Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, nonché dare indicazioni in merito alla composizione della miscela, compresi gli eventuali additivi, tenuto conto anche delle previste classi di esposizione ambientale (di cui, ad esempio, alla norma UNI EN 206-1) e del requisito di durabilità delle opere.

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

Classe	Tipo Cemento	Quantità Cemento [q.li]	Sabbia [m³]	Ghiaia [m³]	Acqua [lt]
C25/30	42.5	3.5	0.4	0.8	125

Quando la Direzione dei lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste.

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola

classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione ottimali. La curva granulometrica ottenuta dalla combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30%.

L'impasto di materiali, se realizzati in cantiere, dovrà essere fatto a mezzo di macchine impastatrici. I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolate a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità d'acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

La distribuzione granulometrica degli inerti, il cemento e la consistenza degli impasti, saranno determinate in funzione della destinazione d'uso ed al procedimento di posa in opera calcestruzzo. Tutti i calcestruzzi messi in opera dovranno essere costipati mediante vibratore meccanico.

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possegga al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta.

Qualsiasi altra informazione sarà fornita direttamente dalla Direzione dei lavori.

### ***Prove sui materiali***

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza ed il diametro massimo dell'aggregato.

La definizione del calcestruzzo viene effettuata mediante a classe di resistenza, contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica  $R_{ck}$  e cilindrica  $f_{ck}$  a compressione uniassiale, misurate su provini normalizzati e cioè rispettivamente su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm e su cubi di spigolo 150 mm. Al fine delle verifiche sperimentali i provini prismatici di base 150'150 mm e di altezza 300 mm sono equiparati ai cilindri di cui sopra.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2003 e UNI EN 12390-4:2002. Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2002.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche dell'acciaio per carpenteria, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, EN 10002-I, UNI EN 10045-1.

## Esecuzione delle strutture in calcestruzzo (§4.1.7 NTC 2018)

### Progetto e installazione di Puntelli

I puntelli e casseforme, compresi i loro supporti e appoggi saranno progettati e costruiti in modo che:

o siano capaci di sopportare ogni prevedibile azione a cui saranno sottoposti durante il processo di costruzione o assicurino una rigidità sufficiente affinché siano soddisfatte le tolleranze specificate per la struttura e sia garantita l'integrità delle parti strutturali

### Progetto e installazione di casseforme

#### Casseforme

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata



### Caratteristiche delle casseforme

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con

tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate

con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di cassetta a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

### Pulizia e trattamento

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

### Predisposizione di fori, tracce e cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc...

### Disarmo

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

#### Getti faccia a vista

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

1 Le casseforme devono mantenere il calcestruzzo nella forma richiesta fino all'indurimento

2 le casseforme e le giunzioni tra le tavole o i pannelli devono essere sufficientemente vicine al fine di evitare la perdita di parti fini

3 Le casseforme che potrebbero assorbire una quantità significativa di acqua dal calcestruzzo o facilitarne l'evaporazione devono essere adeguatamente inumidite per ridurre l'assorbimento, a meno che non siano specificatamente progettati per tale scopo

4 La superficie interna delle casseforme deve essere pulita. Se le casseforme sono utilizzate per la realizzazione di superfici di calcestruzzo a faccia vista, le loro superfici dovranno essere trattate con particolare attenzione al fine di ottenere la finitura richiesta.

#### Inseri delle casseforme ed elementi inglobati

Gli inserti provvisori per tenere le casseforme nella posizione originaria, ad es. barre, condotti e elementi simili gettati con la sezione, e i componenti incassati devono:

- essere fissati in modo sufficientemente robusto così da garantire che mantengano la posizione prescritta durante il getto del calcestruzzo;
- essere provvisti di adeguata protezione contro la corrosione;
- essere sufficientemente resistenti e rigidi per preservare la forma durante le operazioni di getto;
- non alterare le specifiche del calcestruzzo salvo nel caso di trattamento delle superfici;
- non introdurre azioni inaccettabili (lesive) per le strutture;

- non reagire dannosamente con il calcestruzzo, le armature e l'acciaio di precompressione;
- non produrre difetti sulla finitura superficiale;
- non danneggiare le prestazioni funzionali e la curabilità delle parti della struttura;
- non impedire un'adeguata messa in opera e costipamento del calcestruzzo fresco.

#### Rimozione di puntelli e casseri

1 I puntelli e i casseri non saranno rimossi fino a che il calcestruzzo abbia raggiunto una resistenza sufficiente, così da poter:

- resistere al danneggiamento delle superfici che può verificarsi durante gli urti dovuti alle operazioni di disarmo;
- portare le azioni trasmesse agli elementi in calcestruzzo durante il disarmo;
- evitare inflessioni oltre la tolleranza prevista da questa norma e dalle specifiche di esecuzione;
- evitare il danneggiamento dovuto agli effetti climatici.

2 La rimozione sarà fatta in modo che la struttura non sia soggetta a traumi, sovraccarichi o danni permanenti.

3 I carichi sui puntelli saranno rimossi con una sequenza tale da assicurare che gli altri puntelli, nonché gli altri supporti permanenti della costruzione, non siano soggetti a carichi eccessivi

### MATERIALI

#### Acciaio

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} < \phi < 40 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} < \phi < 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $< 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} < \phi < 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} < \phi < 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-01-2008, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i

metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/01/2005 al punto 11.3.2.10.4.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio

campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una

richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

La superficie dell'armatura sarà libera da ruggine, polvere e sostanze che possano agire negativamente sull'acciaio, sul calcestruzzo o sulla aderenza tra essi. Un leggero strato di ruggine è accettabile.

**Piegatura, taglio, trasporto e deposito delle armature**

(1) il taglio e la piegatura dell'acciaio di armatura sarà conforme alle specifiche di esecuzione, le barre piegate dovranno essere senza crepe o altri danneggiamenti. I requisiti da applicare sono i seguenti:

- la piegatura sarà effettuata in un'unica operazione; quando si usano macchine piegatrici automatiche, essa può essere continua o incrementale;

- o la piegatura dell'acciaio a temperature inferiori a 5° C è consentita solo se previsto dalle specifiche di esecuzione e a condizione che le procedure adottate forniscano precauzioni aggiuntive;

- a meno che sia permesso dalle specifiche di esecuzione, non è consentita la piegatura con riscaldamento delle barre.

(2) Il diametro del mandrino usato per la piegatura delle barre sarà conforme alle specifiche di esecuzione

(3) Per armature saldate e reti piegate dopo la saldatura, il diametro del mandrino utilizzato sarà conforme alle specifiche di esecuzione

(4) le barre d'acciaio per armatura assemblate mediante saldatura e le gabbie di armatura prefabbricate non dovranno essere danneggiate durante il trasporto, l'immagazzinaggio la movimentazione e la messa in opera, inoltre dovranno essere mantenute pulite durante lo stoccaggio a terra

(5) il raddrizzamento di barre piegate non è ammesso a meno che sia previsto dalle specifiche di esecuzione: In tal caso:

- il mandrino usato per la piega originaria deve essere almeno due volte il mandrino minimo permesso per quel tipo di acciaio a meno che l'utilizzo di un mandrino di diametro più piccolo sia stato documentato da test di raddrizzamento in conformità della EN 10080

- le barre raddrizzate vanno ispezionate visivamente per riscontrare fratture o altri danneggiamenti

**Saldatura**

(1) E' permessa la saldatura dell'acciaio per armatura classificato come saldabile, a meno che sia diversamente indicato nelle specifiche di esecuzione.

**Assemblaggio e posizionamento delle armature**

(1) Le armature devono essere posizionate in conformità alle specifiche di esecuzione, avendo particolare attenzione a spaziature, giunti, sovrapposizioni, lunghezza delle sovrapposizioni e sagomatura delle barre

NOTA: particolare attenzione deve essere data al copriferro delle armature in presenza di fori di piccole dimensioni non sono previsti nel progetto strutturale

(2) L'armatura deve essere fissata e assicurata in modo tale che la sua posizione finale rientri nelle tolleranze date da questa norma. L'assemblaggio delle armature può essere fatto

mediante legature con filo metallico o saldatura a punti [vedi punto 6.4 (2) e(4)].

A meno di diverse specifiche nella sovrapposizione le barre potranno essere messe a contatto; nelle travi e pilastri la sovrapposizione, in generale, dovrà essere eseguita mediante legature.

(3) I ricoprimenti devono realizzare il copriferro nominale  $C_{nom}$  rispetto alle superfici di qualsiasi armatura, compreso gli assemblaggi di armature

## Getto del calcestruzzo e Caratteristiche

### Aggregati

Gli aggregati utilizzabili, ai fini del confezionamento del calcestruzzo, debbono possedere marcatura CE secondo D.P.R. 246/93 e successivi decreti attuativi.

### Lavorabilità

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tab. 2.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 me di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere.

Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla misceiatura dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

(1) Informazioni sulla resistenza del calcestruzzo, saranno ottenute nella produzione del calcestruzzo quando richiesto per l'esecuzione di lavori in calcestruzzo es. decidere la classe di maturazione

### Operazioni preliminari al getto

- (1) un piano per l'effettuazione del getto del calcestruzzo sarà preparato dove previsto dalle specifiche di esecuzione
- (2) Prove preliminari sul getto del calcestruzzo, saranno effettuate con getti di prova, i risultati di questi test dovranno essere documentati prima dell'inizio dell'esecuzione dei lavori dove richiesto dalle specifiche di esecuzione
- (3) Tutti i lavori preparativi devono essere terminati, verificati e documentati come richiesto dalla classe di esecuzione prima che venga iniziato il getto
- (4) La costruzione dei giunti sarà preparata in conformità con i requisiti riportati nelle specifiche di esecuzione; essi dovranno essere puliti, liberi da efflorescenze e non bagnate da condizioni di umidità
- (5) Le casseforme dovranno essere libera da detriti, ghiaccio, neve e ristagni d'acqua
- (6) Dove il calcestruzzo è gettato direttamente contro il terreno, il calcestruzzo fresco deve essere protetto contro la muscolazione e l'assorbimento d'acqua
- (7) Precauzione dovranno essere fatte contro il dilavamento
- (8) Il terreno, la roccia, i casseri o le parti strutturali, in contatto con la sezione che deve essere gettata, devono avere temperature tali non comportare il raffreddamento del calcestruzzo prima che esso abbia raggiunto una resistenza tale da resistere agli effetti del raffreddamento
- (9) dove la temperatura ambiente è bassa o si prevede che sarà bassa al momento del getto o nel periodo di stagionatura dovranno essere adottate misure protettive per il calcestruzzo contro i danneggiamenti dovuti al gelo
- (10) Dove la temperatura ambiente sia particolarmente elevata al momento del getto o durante il periodo di stagionatura, devono essere pianificate precauzioni per proteggere il calcestruzzo contro gli effetti dannosi

### Trasporto, ricevimento e trasporto in cantiere del calcestruzzo fresco

- (1) Le verifiche al ricevimento includeranno un controllo dei documenti di trasporto prima del getto
- (2) Il calcestruzzo sarà ispezionato visivamente durante lo scarico. Lo scarico sarà fermato se l'aspetto, in base all'esperienza, sarà giudicato non buono
- (3) Modifiche alla granulometria del calcestruzzo fresco, tale da provocare la segregazione, trasudamento, perdita di pasta o ogni altro cambio devono essere ridotti al minimo durante le fasi di carico, di trasporto e scarico, così come durante il trasporto in sito
- (4) Quando i requisiti delle specifiche di esecuzione, i campioni per le prove saranno presi nel punto di presa o nel caso del calcestruzzo preconfezionato nel punto di consegna

### POSA IN OPERA DEL CALCESTRUZZO

- (1) Il calcestruzzo sarà gettato e costipato in modo da assicurare che tutte le armature e gli inserti siano adeguatamente ricoperti e che il calcestruzzo sia in grado di raggiungere la sua attesa resistenza e curabilità
- (2) Si richiede particolare cura nel garantire un adeguato costipamento nei punti di cambiamento nelle sezioni trasversali, nelle zone strette, negli angoli, nelle zone con armatura densa e nei giunti di costruzione.
- (3) La velocità di getto e costipamento deve essere sufficientemente elevata da evitare giunti freddi e sufficientemente bassa da prevenire eccessivi cedimenti o sovraccarichi dei casseri e dei puntelli
- (4) Ulteriori richieste relative al metodo di getto e alla velocità di getto possano essere necessarie dove ci sono particolari richieste per la finitura delle superfici
- (5) La segregazione degli inerti dovrà essere ridotta al minimo durante il getto e il costipamento
- (6) Il calcestruzzo dovrà essere protetto contro l'irraggiamento solare, il vento forte, il gelo, la pioggia e la neve durante la posa e il costipamento

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa

appaltatrice. Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al di sotto dei  $+5^{\circ}\text{C}$  se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i  $33^{\circ}\text{C}$ .

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i

E obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

## STAGIONATURA

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

## CONTROLLI IN CORSO D'OPERA

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;

- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" non prima di aver scaricato almeno 0.3 me di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.2.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro  $d$  pari a 150 mm ed altezza  $h$  300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 me di calcestruzzo preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato. Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra diritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad % della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassatura.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:

- tipo di calcestruzzo;
- numero di provini effettuati;
- codice del prelievo;
- metodo di compattazione adottato;
- numero del documento di trasporto;
- ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);

2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;

3. Data e ora di confezionamento dei provini;



4. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni

caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche.

Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.2.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17.01.2018.

## ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel **D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni")**

I carichi adottati sono i seguenti:

- Peso vasca in cls prefabbricata = 12,00 [tonn]
- Carico variabile per manutenzione = 50,00 [kg/mq]
- Peso idrostatico = 1.000,00 [kg/mq]

I carichi relativi ai pesi propri vengono valutati in automatico in funzione della geometria degli elementi ed al loro peso specifico i tamponamenti vengono valutati per metro lineare di trave su cui insistono maggiori dettagli ad essi relativi sono riportati nel tabulato di calcolo alla sezione dei carichi relativi alle aste, nodi ed shell.

## VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 delle NT

La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, in base ai quali si determina il Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Determinazione attraverso latitudine e longitudine dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  per lo Stato Limite di interesse; l'individuazione è stata effettuata interpolando tra i 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio secondo quanto disposto dall'allegato alle NTC "Pericolosità Sismica", dove:

$a_g$  accelerazione orizzontale 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

- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- 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 considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.

Oltre alla determinazione dei parametri sismici del sito si è considerata la tipologia di terreno, la posizione topografica e la tipologia strutturale (classe di duttilità, regolarità, ecc..) che ha condotto alla determinazione dei seguenti spettri di risposta:

### Spettri di risposta

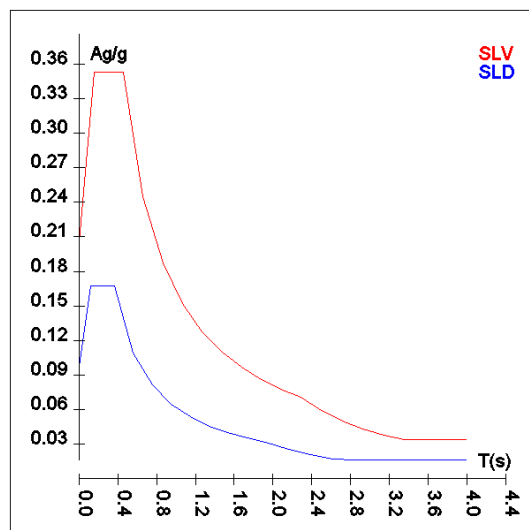
#### Spettro: SpettroNT\_2018( $\alpha=1.5$ )

Il calcolo degli spettri e del fattore di comportamento sono stati calcolati per la seguente tipologia di terreno e struttura

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso	1.000
Periodo di riferimento(anni)	50.000
Stato limite di esercizio - SLD	PVR=63.0%
Stato limite ultimo - SLV	PVR=10.0%
Periodo di ritorno SLD(anni)	TR=50.0
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=475.0
Parametri del sito	
Comune	Biancavilla - (CT)
Longitudine	14.8652 – WGS84
Latitudine	37.6461 – WGS84
Id reticolo del sito	47419-47197-47196-47418
Valori di riferimento del sito	

Ag/g(TR=50.0) SLD	0.0815
F0(TR=50.0) SLD	2.5703
T°C(TR=50.0) SLD	0.253
Ag/g(TR=475.0) SLV	0.1712
F0(TR=475.0) SLV	2.5796
T°C(TR=475.0) SLV	0.336
Coefficiente Amplificazione Topografica	St=1.000
<b>Categoria terreno B</b>	
stato limite SLV	
	Ss=1.20
	TB=0.15
	TC=0.46
	TD=2.28
stato limite SLD	
	Ss=1.20
	TB=0.12
	TC=0.37
	TD=1.93
Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Cemento armato
Struttura non regolare in altezza	Kr=0.800000
	Kw=1.000
Regolare in pianta	NO (cfr.NTC7.3.1)
Tipologia : struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	Ce=3.000
Telaio 1 piano	Au/A1=1.100
Fattore di comportamento $q=Kw*Kr*q0=Kw*Kr*Ce*(1+au/a1)/2$	1.500
Fattore di comportamento q SLD	1.500

TSLV [s]	SLV[a/g]	TSLD [s]	SLD[a/g]
0.00000	0.20541	0.00000	0.09779
0.15323	0.35324	0.12228	0.16756
0.45970	0.35324	0.36685	0.16756
0.66248	0.24512	0.56174	0.10943
0.86526	0.18768	0.75663	0.08124
1.06803	0.15204	0.95151	0.06460
1.27081	0.12778	1.14640	0.05362
1.47358	0.11020	1.34129	0.04583
1.67636	0.09687	1.53618	0.04001
1.87914	0.08642	1.73106	0.03551
2.08191	0.07800	1.92595	0.03192
2.28469	0.07108	2.15640	0.02546
2.49910	0.05940	2.38685	0.02078
2.71352	0.05039	2.61730	0.01728
2.92793	0.04328	2.84775	0.01630
3.14234	0.03757	3.07820	0.01630
3.35676	0.03423	3.30865	0.01630
3.57117	0.03423	3.53910	0.01630
3.78559	0.03423	3.76955	0.01630
4.00000	0.03423	4.00000	0.01630



**Progettista**

**Ing. Placido Mancari**