



CONSORZIO DI BONIFICA CENTRO

Bacino Saline - Pescara - Alento - Foro
CHIETI



Oggetto:

**INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL' IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE**

- PRIMO LOTTO -

PROGETTO ESECUTIVO

Elaborato:

**RELAZIONE DI CALCOLO
STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO**

Numero Elab.

A.11.01

Scala :-:--

DATA **23 GIU. 2017**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	28 GEN. 2021	

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Massimiliano Giardinelli

IL PROGETTISTA

Ing. Cesare Garofalo

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA

Geom. Giovanni Cavalli

Visti e/o pareri

RELAZIONE DI CALCOLO

Comune: Collecervino, Moscufo, Cappelle sul Tavo e Montesilvano.

Titolo del progetto: INTERVENTI PER L'AMMODERNAMENTO DELLE CONDOTTE
ADDUTTRICI DELL'IMPIANTO IRRIGUO TAVO - SALINE

Committente: Consorzio di Bonifica "CENTRO" – Via Gizio, n.36 – 65100 CHIETI

Opera: Pozzetti di diramazione e di linea in cemento armato.

Progettista:

Ing. Cesare GAROFALO



INDICE:

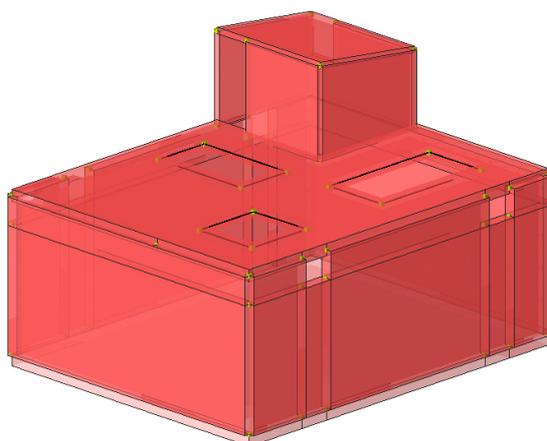
- **DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA**
- **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**
- **VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO**
- **MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO**
- **TERRENO DI FONDAZIONE**
- **ANALISI DEI CARICHI**
- **VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA**
- **ELEMENTI DI FONDAZIONE.**
- **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**

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

La presente relazione riporta i dati di calcolo e verifica della struttura del POZZETTO DI DIRAMAZIONE previsto dal progetto.

Vengono riportate di seguito una vista assonometrica del modello di calcolo, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

Vista Anteriore



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"

Legge regionale

titolo_legge_regionale

D.M. 14.01.2008 (nuove 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) 50 - 100 anni

Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	Classe 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=50.3
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=474.6

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

MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

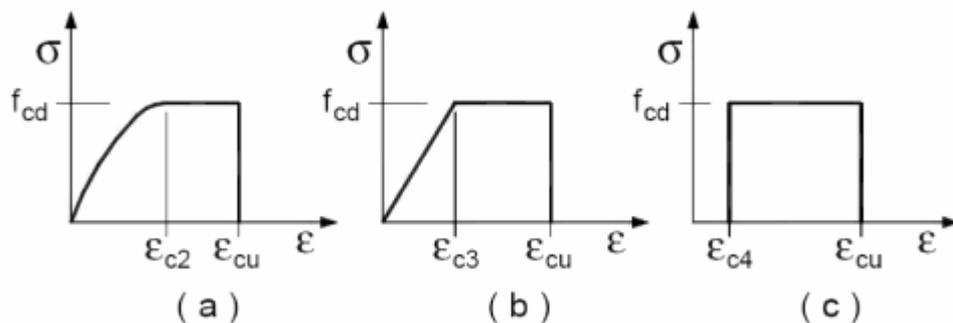
Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali, di cui si riportano nell'ordine le proprietà meccaniche adottate nel calcolo elastico e le resistenze di calcolo per le verifiche di sicurezza:

Materiali

Materiale: C25/30		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cmq	3E05
Modulo di Poisson ν		0.13
Coefficiente di dilatazione termica λ	1/°C	1e-005

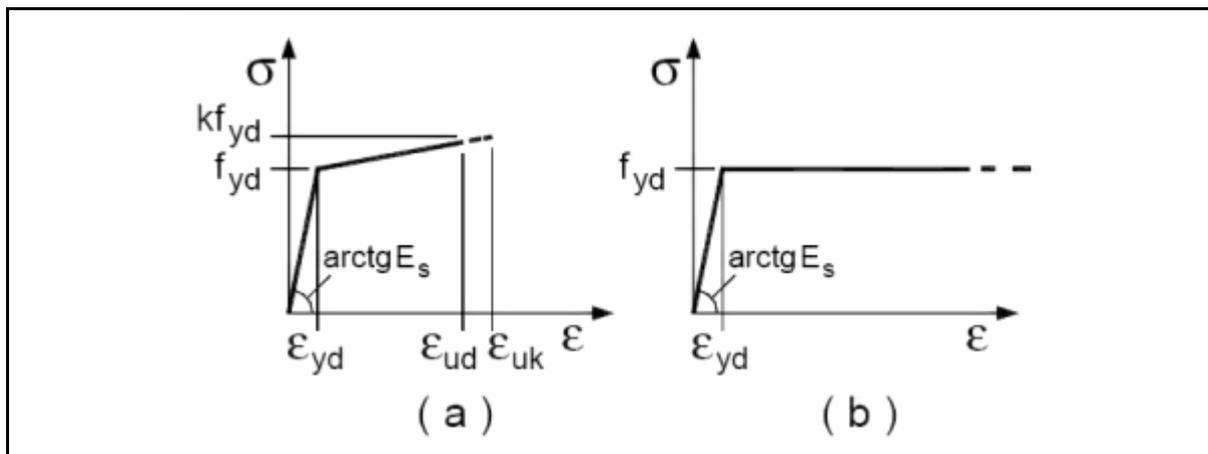
Parti in calcestruzzo armato		
Classe calcestruzzo		Cls C25/30
Resistenza cubica R_{ck}	kg/cmq	300
Resistenza di calcolo f_{cd}	kg/cmq	141
Resistenza a trazione di calcolo f_{ctd}	kg/cmq	12
Resistenza cilindrica f_{ck}	kg/cmq	249
Resistenza a trazione media f_{ctm}	kg/cmq	26
Classe acciaio		
Resistenza allo snervamento f_{yk}	kg/cmq	≥ 4500
Resistenza alla rottura f_{tk}	kg/cmq	≥ 5400

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 del D.M. 14 gennaio 2008; 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} / γ_f . Il coefficiente di sicurezza è γ_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"

ANALISI DEI CARICHI

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni contenute nel **D.M. 14.01.2008 (nuove norme tecniche per le costruzioni)**

I carichi adottati sono i seguenti:

SOVRACCARICO NEVE

<u>Provincia</u> :	PESCARA
<u>Zona</u> :	2
<u>Altitudine a_s</u> :	400 m s.l.m.
<u>Esposizione</u> :	Normale
<u>Periodo di ritorno</u> :	50 anni

Il carico neve sulle coperture viene valutato con la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \text{ KN/m}^2$$

dove:

μ_i	Coefficiente di forma della copertura
$C_E = 1.0$	Coefficiente di esposizione
$C_t = 1.0$	Coefficiente termico

$$q_{sk} = 1.44 \text{ KN/m}^2$$

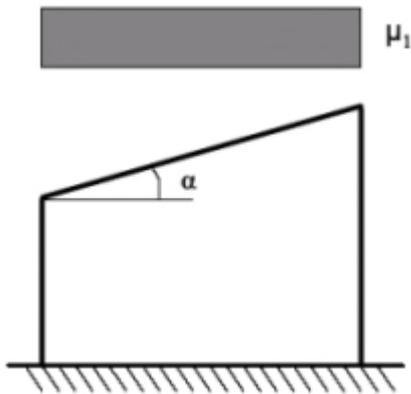
Carico neve al suolo

Nel caso in esame (copertura ad una falda), con

$$\alpha = 0.00^\circ$$

il coefficiente di forma vale:

$$\mu_1(\alpha) = 0.80 \quad \Rightarrow \quad q_s = 1.15 \text{ KN/m}^2$$



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 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le Costruzioni"

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

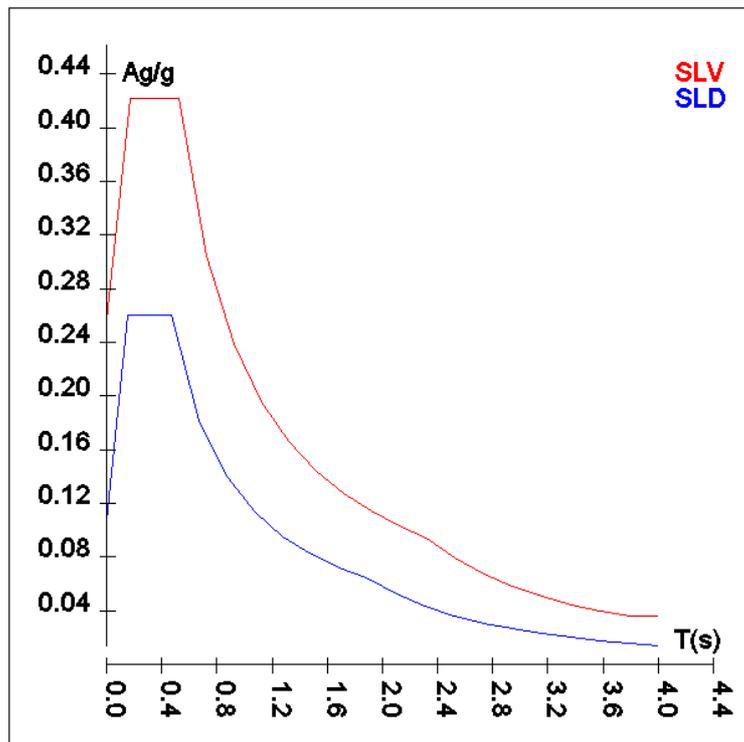
Spettro :SpettroNT

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

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100) 50 - 100 anni
Vita nominale(anni)	50.0
Classe d'uso	Classe 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=50.3
Periodo di ritorno SLV(anni)	TR=474.6
Parametri del sito	
Comune	Penne - (PE)
Longitudine	13.9851
Latitudine	42.4074
Id reticolo del sito	26092-26314-26315-26093
Valori di riferimento del sito	
Ag/g(TR=50.3) SLD	0.0713
F0(TR=50.3) SLD	2.4353
T*C(TR=50.3) SLD	0.300
Ag/g(TR=474.6) SLV	0.1786
F0(TR=474.6) SLV	2.4691
T*C(TR=474.6) SLV	0.350
Coefficiente Amplificazione Topografica	St=1.000
Categoria terreno C	
stato limite SLV	
	S=1.44
	TB=0.17
	TC=0.52
	TD=2.31
stato limite SLD	
	S=1.50
	TB=0.16
	TC=0.47
	TD=1.89
Fattore di struttura (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Calcestruzzo
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	Ce=3.000

miste	
A pareti	Au/A1=1.100
Fattore di struttura $q=K_w \cdot K_r \cdot q_0=K_w \cdot K_r \cdot C_e \cdot (1+a_u/a_1)/2$	1.500

TSLV [s]	SLV[a/g]	TSLD [s]	SLD[a/g]
0.00000	0.25633	0.00000	0.10688
0.17321	0.42193	0.15630	0.26028
0.51964	0.42193	0.46889	0.26028
0.71905	0.30492	0.67119	0.18183
0.91845	0.23872	0.87350	0.13972
1.11786	0.19614	1.07580	0.11344
1.31726	0.16645	1.27810	0.09549
1.51667	0.14456	1.48040	0.08244
1.71607	0.12777	1.68271	0.07253
1.91548	0.11447	1.88501	0.06474
2.11488	0.10367	2.09651	0.05234
2.31429	0.09474	2.30801	0.04319
2.52500	0.07959	2.51951	0.03624
2.73571	0.06780	2.73101	0.03084
2.94643	0.05845	2.94251	0.02657
3.15714	0.05091	3.15400	0.02313
3.36786	0.04474	3.36550	0.02031
3.57857	0.03962	3.57700	0.01798
3.78929	0.03571	3.78850	0.01603
4.00000	0.03571	4.00000	0.01438



ELEMENTI DI FONDAZIONE.

Il calcolo della struttura di fondazione è condotto considerando le azioni che la struttura sovrastante le trasmette amplificate per un Υ_{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 struttura q pari a 1 e non maggiori delle resistenze degli elementi sovrastanti la fondazione.

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:

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

dove:

- n è il numero di modi di vibrazione considerati
- ξ è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente espresso in percentuale;
- β_{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 dimensione 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:

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

Comb	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
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:

Periodi di vibrazione e Masse modali
Scenario di calcolo : Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =50, filtrate=43

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
				kgm*g			
1(1)	0.1149	5.437	79.942	290	62671	0.29	62.76
2(2)	0.1004	-73.049	6.789	52330	452	52.40	0.45
3(3)	0.0706	1.051	-4.177	11	171	0.01	0.17
4(5)	0.0330	16.206	-2.361	2576	55	2.58	0.05
5(6)	0.0280	-11.188	-23.534	1228	5431	1.23	5.44
6(7)	0.0229	-6.086	15.715	363	2422	0.36	2.43
7(8)	0.0185	-9.778	-21.132	938	4379	0.94	4.39
8(9)	0.0180	17.497	5.782	3002	328	3.01	0.33
9(10)	0.0166	-19.168	5.563	3603	304	3.61	0.30
10(11)	0.0161	1.159	12.508	13	1534	0.01	1.54
11(12)	0.0158	-14.550	7.981	2076	625	2.08	0.63
12(13)	0.0153	30.847	-3.439	9331	116	9.34	0.12
13(14)	0.0147	1.143	-6.733	13	445	0.01	0.45
14(15)	0.0139	11.574	-6.873	1314	463	1.32	0.46
15(17)	0.0126	7.594	-4.997	566	245	0.57	0.25
16(18)	0.0122	-4.550	3.125	203	96	0.20	0.10
17(19)	0.0120	-0.191	-14.186	0	1974	0.00	1.98
18(20)	0.0119	2.400	3.971	57	155	0.06	0.15
19(21)	0.0115	2.530	-5.201	63	265	0.06	0.27
20(23)	0.0111	-5.813	6.833	331	458	0.33	0.46
21(25)	0.0105	2.468	5.553	60	302	0.06	0.30
22(26)	0.0100	-5.096	0.738	255	5	0.26	0.01
23(27)	0.0098	-3.560	-8.868	124	771	0.12	0.77
24(28)	0.0097	-0.461	-4.284	2	180	0.00	0.18
25(29)	0.0094	11.780	-10.707	1361	1124	1.36	1.13

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
26(30)	0.0092	-7.585	6.311	564	391	0.57	0.39
27(31)	0.0090	12.397	10.402	1507	1061	1.51	1.06
28(32)	0.0087	1.517	-6.172	23	374	0.02	0.37
29(34)	0.0085	5.490	7.389	296	535	0.30	0.54
30(35)	0.0083	7.639	3.974	572	155	0.57	0.16
31(36)	0.0081	2.655	3.471	69	118	0.07	0.12
32(38)	0.0076	-22.542	5.064	4983	251	4.99	0.25
33(39)	0.0074	3.276	-6.863	105	462	0.11	0.46
34(40)	0.0074	8.190	10.111	658	1003	0.66	1.00
35(41)	0.0073	-7.118	-1.494	497	22	0.50	0.02
36(42)	0.0073	-4.411	-5.272	191	273	0.19	0.27
37(43)	0.0071	-6.521	-2.783	417	76	0.42	0.08
38(44)	0.0070	-10.007	7.644	982	573	0.98	0.57
39(45)	0.0068	-7.693	-2.653	580	69	0.58	0.07
40(47)	0.0067	4.615	4.574	209	205	0.21	0.21
41(48)	0.0065	1.955	-11.409	37	1277	0.04	1.28
42(49)	0.0064	10.215	9.459	1023	877	1.02	0.88
43(50)	0.0063	0.734	9.385	5	864	0.01	0.86
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				92828	93556		
Masse strutturali libere [kgm*g]				99862	99862		
Percentuale				92.96	93.68	92.96	93.68

Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =50, filtrate=45

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
				kgm*g			
1(1)	0.1150	5.747	79.657	324	62225	0.32	62.31
2(2)	0.1008	-72.273	7.739	51224	587	51.29	0.59
3(3)	0.0698	10.322	2.925	1045	84	1.05	0.08
4(4)	0.0391	-8.042	-8.534	634	714	0.64	0.72
5(5)	0.0324	17.884	-1.197	3136	14	3.14	0.01
6(6)	0.0278	-10.151	-20.669	1010	4190	1.01	4.20
7(7)	0.0225	-7.192	17.898	507	3141	0.51	3.15
8(8)	0.0202	-8.117	8.888	646	775	0.65	0.78
9(9)	0.0188	18.868	18.292	3491	3281	3.50	3.29
10(10)	0.0165	-12.175	2.666	1454	70	1.46	0.07
11(11)	0.0161	22.606	-7.395	5012	536	5.02	0.54
12(12)	0.0160	-3.057	-9.717	92	926	0.09	0.93
13(13)	0.0154	-15.226	12.989	2273	1655	2.28	1.66
14(14)	0.0149	19.548	1.270	3747	16	3.75	0.02
15(16)	0.0133	2.001	-11.143	39	1218	0.04	1.22
16(17)	0.0131	13.007	-0.998	1659	10	1.66	0.01
17(19)	0.0120	-0.666	14.149	4	1963	0.00	1.97
18(21)	0.0117	-3.661	0.391	131	1	0.13	0.00
19(22)	0.0114	-3.879	4.330	148	184	0.15	0.18
20(23)	0.0112	-4.399	11.763	190	1357	0.19	1.36
21(24)	0.0107	-2.573	-7.166	65	504	0.07	0.50
22(25)	0.0105	9.344	0.208	856	0	0.86	0.00
23(27)	0.0101	-2.504	8.777	61	756	0.06	0.76
24(28)	0.0097	-11.522	2.835	1302	79	1.30	0.08
25(29)	0.0093	12.142	7.222	1446	511	1.45	0.51
26(30)	0.0091	-4.310	9.993	182	979	0.18	0.98
27(31)	0.0089	13.335	-4.075	1744	163	1.75	0.16
28(32)	0.0089	-3.681	-7.137	133	500	0.13	0.50
29(33)	0.0086	-9.044	-1.344	802	18	0.80	0.02
30(34)	0.0083	-3.391	-7.592	113	565	0.11	0.57
31(35)	0.0083	-5.839	-4.607	334	208	0.33	0.21

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
32(36)	0.0082	-1.690	6.887	28	465	0.03	0.47
33(37)	0.0080	-6.999	-6.767	480	449	0.48	0.45
34(38)	0.0077	12.400	-11.703	1508	1343	1.51	1.34
35(39)	0.0074	-8.590	2.337	724	54	0.72	0.05
36(41)	0.0073	15.382	5.037	2320	249	2.32	0.25
37(42)	0.0072	9.079	8.846	808	767	0.81	0.77
38(43)	0.0070	4.903	-2.678	236	70	0.24	0.07
39(44)	0.0070	5.169	-5.613	262	309	0.26	0.31
40(45)	0.0069	-1.456	7.894	21	611	0.02	0.61
41(46)	0.0068	11.826	3.390	1372	113	1.37	0.11
42(47)	0.0067	10.081	3.187	997	100	1.00	0.10
43(48)	0.0066	-6.726	-8.151	444	652	0.44	0.65
44(49)	0.0064	4.952	5.418	241	288	0.24	0.29
45(50)	0.0064	-2.123	-6.919	44	469	0.04	0.47
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				93289	93168		
Masse strutturali libere [kgm*g]				99862	99862		
Percentuale				93.42	93.30	93.42	93.30

Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =50, filtrate=44

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.1156	4.787	79.247	225	61587	0.23	61.67
2(2)	0.1004	-73.068	6.326	52358	393	52.43	0.39
3(3)	0.0697	-0.371	11.377	1	1269	0.00	1.27
4(4)	0.0392	-3.257	-13.316	104	1739	0.10	1.74
5(5)	0.0329	16.316	0.143	2611	0	2.61	0.00
6(6)	0.0284	-11.524	-17.434	1302	2981	1.30	2.98
7(7)	0.0226	-5.757	18.752	325	3448	0.33	3.45
8(8)	0.0198	0.511	-15.826	3	2456	0.00	2.46
9(9)	0.0190	16.928	14.526	2810	2069	2.81	2.07
10(10)	0.0168	-7.218	-5.310	511	276	0.51	0.28
11(12)	0.0159	-33.561	7.606	11046	567	11.06	0.57
12(13)	0.0154	19.461	-7.703	3714	582	3.72	0.58
13(14)	0.0148	-1.244	-5.652	15	313	0.02	0.31
14(15)	0.0146	-6.732	-6.211	444	378	0.45	0.38
15(16)	0.0131	10.899	4.080	1165	163	1.17	0.16
16(17)	0.0127	-8.180	10.532	656	1088	0.66	1.09
17(18)	0.0125	-1.675	-5.005	28	246	0.03	0.25
18(19)	0.0122	1.087	-6.469	12	410	0.01	0.41
19(22)	0.0114	1.914	-7.457	36	545	0.04	0.55
20(23)	0.0112	8.378	-6.826	688	457	0.69	0.46
21(24)	0.0110	-1.998	17.907	39	3145	0.04	3.15
22(25)	0.0104	4.839	2.699	230	71	0.23	0.07
23(26)	0.0103	6.592	3.836	426	144	0.43	0.14
24(27)	0.0101	-3.294	4.729	106	219	0.11	0.22
25(28)	0.0097	-8.574	-5.004	721	246	0.72	0.25
26(29)	0.0096	-7.646	-0.376	573	1	0.57	0.00
27(30)	0.0092	2.609	-8.048	67	635	0.07	0.64
28(31)	0.0088	4.683	3.930	215	151	0.22	0.15
29(32)	0.0086	-12.652	-8.836	1570	766	1.57	0.77
30(33)	0.0085	13.277	-7.528	1729	556	1.73	0.56
31(36)	0.0082	-1.799	3.441	32	116	0.03	0.12
32(37)	0.0079	6.378	-14.134	399	1959	0.40	1.96
33(38)	0.0079	13.101	5.012	1683	246	1.69	0.25
34(39)	0.0075	-3.200	-10.836	100	1151	0.10	1.15
35(40)	0.0074	7.608	-0.669	568	4	0.57	0.00

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
36(41)	0.0073	-6.997	-2.099	480	43	0.48	0.04
37(42)	0.0072	16.598	3.002	2702	88	2.71	0.09
38(43)	0.0070	10.444	7.704	1070	582	1.07	0.58
39(44)	0.0069	6.524	-0.935	417	9	0.42	0.01
40(45)	0.0069	-9.407	6.544	868	420	0.87	0.42
41(47)	0.0067	7.208	3.323	509	108	0.51	0.11
42(48)	0.0066	1.824	4.053	33	161	0.03	0.16
43(49)	0.0065	1.130	8.513	13	711	0.01	0.71
44(50)	0.0063	-3.630	1.976	129	38	0.13	0.04
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				92731	92541		
Masse strutturali libere [kgm*g]				99862	99862		
Percentuale				92.86	92.67	92.86	92.67

Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =50, filtrate=46

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
				kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
1(1)	0.1153	4.683	79.996	215	62757	0.22	62.84
2(2)	0.1005	-72.727	5.686	51870	317	51.94	0.32
3(3)	0.0703	-9.856	4.337	953	184	0.95	0.18
4(4)	0.0389	2.531	-7.198	63	508	0.06	0.51
5(5)	0.0334	15.079	-1.258	2230	16	2.23	0.02
6(6)	0.0286	-12.300	-20.789	1484	4238	1.49	4.24
7(7)	0.0231	-5.082	17.237	253	2914	0.25	2.92
8(8)	0.0188	-12.161	-23.336	1450	5341	1.45	5.35
9(9)	0.0175	-0.025	5.043	0	249	0.00	0.25
10(10)	0.0166	-18.114	-1.485	3218	22	3.22	0.02
11(11)	0.0161	7.406	1.431	538	20	0.54	0.02
12(12)	0.0157	-37.259	9.019	13614	798	13.63	0.80
13(13)	0.0154	1.534	10.642	23	1111	0.02	1.11
14(14)	0.0146	-4.950	-1.751	240	30	0.24	0.03
15(15)	0.0142	11.236	-9.314	1238	851	1.24	0.85
16(18)	0.0123	7.855	5.879	605	339	0.61	0.34
17(19)	0.0122	2.645	-8.012	69	629	0.07	0.63
18(20)	0.0119	-6.001	9.952	353	971	0.35	0.97
19(21)	0.0116	1.434	-6.042	20	358	0.02	0.36
20(22)	0.0113	0.990	-3.797	10	141	0.01	0.14
21(23)	0.0113	2.537	-6.047	63	359	0.06	0.36
22(24)	0.0108	-0.718	8.425	5	696	0.01	0.70
23(25)	0.0105	8.641	-6.965	732	476	0.73	0.48
24(26)	0.0102	4.513	8.014	200	630	0.20	0.63
25(27)	0.0099	-4.700	5.766	217	326	0.22	0.33
26(29)	0.0092	-3.469	-13.021	118	1663	0.12	1.66
27(30)	0.0092	-4.188	4.124	172	167	0.17	0.17
28(31)	0.0090	-0.623	6.357	4	396	0.00	0.40
29(32)	0.0087	-10.704	-10.529	1124	1087	1.13	1.09
30(33)	0.0087	8.465	-5.691	703	318	0.70	0.32
31(34)	0.0085	-8.266	-4.631	670	210	0.67	0.21
32(35)	0.0084	-3.064	5.191	92	264	0.09	0.26
33(36)	0.0081	5.723	-4.105	321	165	0.32	0.17
34(37)	0.0079	-0.138	-5.022	0	247	0.00	0.25
35(38)	0.0077	18.141	-3.475	3227	118	3.23	0.12
36(39)	0.0075	8.624	-0.870	729	7	0.73	0.01
37(40)	0.0075	11.442	8.214	1284	662	1.29	0.66
38(41)	0.0074	-7.599	4.801	566	226	0.57	0.23
39(42)	0.0073	-2.126	-3.668	44	132	0.04	0.13
40(44)	0.0069	2.605	-9.191	67	828	0.07	0.83

N	T(s)	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
41(45)	0.0068	16.815	-1.641	2773	26	2.78	0.03
42(46)	0.0067	3.807	6.301	142	389	0.14	0.39
43(47)	0.0066	9.914	8.846	964	767	0.97	0.77
44(48)	0.0065	-0.165	-4.911	0	236	0.00	0.24
45(49)	0.0064	-3.024	-8.775	90	755	0.09	0.76
46(50)	0.0063	-4.827	-2.137	228	45	0.23	0.04
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				92980	92991		
Masse strutturali libere [kgm*g]				99862	99862		
Percentuale				93.11	93.12	93.11	93.12

AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008. 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 ψ_0 , ψ_1 e ψ_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
Spinta terreno	Utente
NeveFalda1	Utente
NeveFalda2	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_A2STR/GEO

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	α	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
1) Permanenti	STR+GEO				0.60					
						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
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
2) AD QV Solai	STR+GEO				0.80					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1
						QV Solai	1.5	Si	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
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
						NeveFalda1	0.75	Si	No	1
						NeveFalda2	0.75	Si	No	1
3) AD NeveFalda1	STR+GEO				0.90					
						Peso Proprio	1.3	Si	Si	1
						QP Solai	1.3	Si	Si	1
						QFissi Solai	1.5	Si	Si	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	α	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						QV Solai	1	No	No	1
						QV SolaiPsi0	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
						NeveFalda1	1.5	Si	No	1
						NeveFalda2	0.75	Si	No	1
4) AD NeveFalda2	STR+GE O				0.9 0					
						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	1.5	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1.5	Si	Si	1
						Spinta terreno	1.3	Si	No	1
						NeveFalda1	0.75	Si	No	1
						NeveFalda2	1.5	Si	No	1
5) SISMAX1_SLV	Modale STR+GE O	Spettro ONT	1	0	1.0 0					
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
6) SISMAX1_SLV	Modale STR+GE O	Spettro ONT	1	90	1.0 0					
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
7) SISMAX2_SLV	Modale STR+GE O	Spettro ONT	1	0	1.0 0					

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	α	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
8) SISMAY2_SLV	Modale STR+GE0	Spettro NT	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	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
9) AD QVSolai	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	Si	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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	0.5	Si	No	1
						NeveFalda2	0.5	Si	No	1
10) AD NeveFalda1	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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	Si	No	1
						NeveFalda2	0.5	Si	No	1
11) AD NeveFalda2	SLE Rara				1.00					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	α	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	Si	No	1
						QV SolaiPsi1	1	No	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	0.5	Si	No	1
						NeveFalda2	1	Si	No	1
12) AD QV Solai	SLE Freq.				1.0 0					
						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	Si	No	1
						QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
						Tamponamento	1	Si	Si	1
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
13) AD NeveFalda1	SLE Freq.				1.0 0					
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	0.2	Si	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
14) AD NeveFalda2	SLE Freq.				1.0 0					
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	0.2	Si	No	1
15) Quasi P1	SLE Q.Perm.				1.0 0					
						Peso Proprio	1	Si	Si	1
						QP Solai	1	Si	Si	1

Combinazione	Tipo	Spettro	F.Sisma	α	K mod	Cond.Carico	Fatt. cv.	Attiva	Massa	Fattore m.
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
16) SISMAX_SLD	Modale SLE	Spettro ONT	1	0	1.0 0					
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1
17) SISMAY_SLD	Modale SLE	Spettro ONT	1	90	1.0 0					
						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
						Spinta terreno	1	Si	No	1
						NeveFalda1	1	No	No	1
						NeveFalda2	1	No	No	1

CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	SOFT.LAB srl via Borgo II - 82030 PONTE (BN) tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: http://www.soft.lab.it e.mail: info@soft.lab.it
Sigla:	IperSpaceMax 9.0.2

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 verifiche 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 cio' equivale ad affermare che nello spazio tridimensionale N, My, Mz 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

Criterio di verifica: CLS_Platee

Generici		
Resistenza caratteristica Rck	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio fyk	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria ϵ_0		0.002
Deformazione ultima ϵ_u		0.0035
ϵ_{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 γ_{Cls}		1.5
Coefficiente di sicurezza γ_{Acc}		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
Generici N.T.		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento E_y/E_0		0.000
Elemento esistente		No
Generici D.M. 96 T.A.		
Tensione ammissibile σ_c	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile σ_c in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile σ_c acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima τ_{c1}	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
Fessurazioni		
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
fc efficace	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata kt		0.40
Coefficiente di aderenza kl		0.80
Tensioni ammissibili di esercizio		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile σ_{Cls}	kg/cmq	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile σ_{Cls}	kg/cmq	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
Coefficienti di omogeneizzazione		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls teso - Cls compresso		0.5
Armatura muri		
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	0.1
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in	%	0.1

direzione Y		
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	2
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	2
Verifica muri		
Step incremento armatura	cmq	0.01
Verifica muri come pareti		No

<u>Criterio di verifica: CLS_Muri</u>		
Generici		
Resistenza caratteristica Rck	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio fyk	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria ϵ_{c0}		0.002
Deformazione ultima ϵ_{cu}		0.0035
ϵ_{fu} (solo incrudimento)		0.01
Modulo elastico E acciaio	kg/cmq	2E06
Copriferro di calcolo	cm	3.5
Copriferro di disegno	cm	2.0
Coefficiente di sicurezza γ_{ClS}		1.5
Coefficiente di sicurezza γ_{Acc}		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
Generici N.T.		
Inclinazione bielle compresse $\cotg(\theta)$		1.00
Modello acciaio		Elasto-plastico
Elemento esistente		No
Generici D.M. 96 T.A.		
Tensione ammissibile σ_c	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile σ_c in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile σ_c acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile τ_{c0}	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima τ_{c1}	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
Fessurazioni		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		X0
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
fc efficace	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata kt		0.40
Coefficiente di aderenza k1		0.80
Tensioni ammissibili di esercizio		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile σ_{ClS}	kg/cmq	149
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600

Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile σ_{ClS}	kg/cmq	112
Tensione ammissibile $\sigma_{Acciaio}$	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
Coefficienti di omogeneizzazione		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls tesoro - Cls compresso		0.5
Armatura muri		
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
Verifica muri		
Step incremento armatura	cmq	0.01
Verifica muri come pareti		No

VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE

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. Si è effettuata la verifica della soluzione ottenuta e la non presenza di errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo ed alle caratteristiche dell'elaboratore.

Si riporta la tabella relativa alle statistiche sulla matrice di rigidezza

Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza
Scenario di calcolo : Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO

Minimo della diag.	1.773085e+006
Massimo della diag.	3.428525e+009
Rapporto Max/Min	1.933650e+003
Media della diag.	6.996023e+008
Densita'	7.393639e-001

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

Il Progettista
(Ing. Cesare GAROFALO)