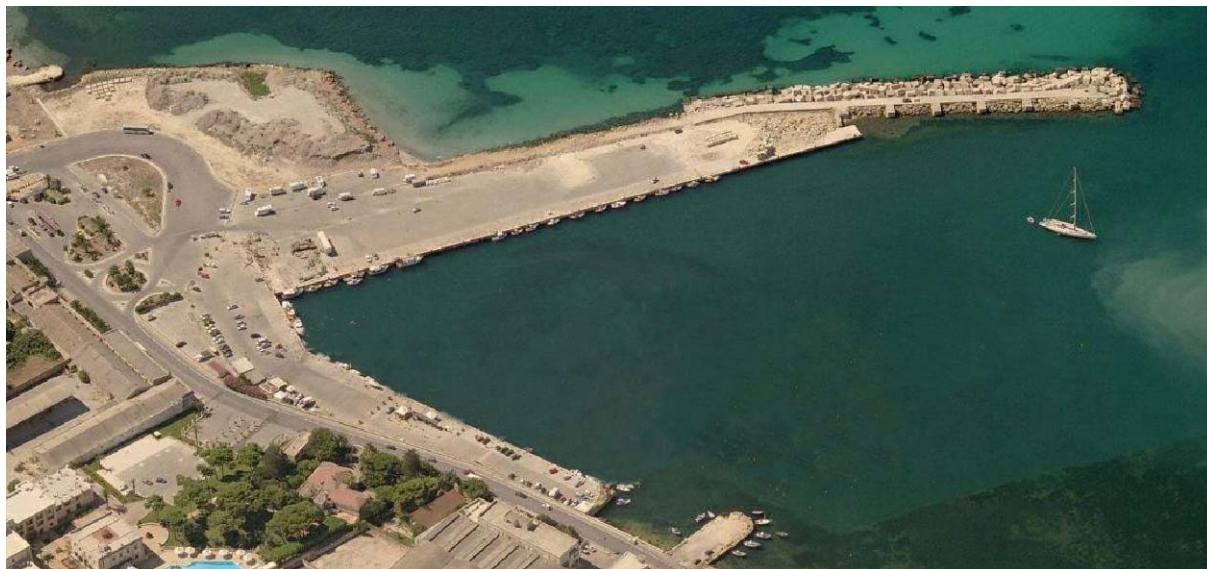


PROGETTO DEFINITIVO OPERE DI
TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI

Tav.

Stato Progetto

DEFINITIVO

Rev. 03

Data

Apr. 2014

Scala

TO

Descrizione

SC1 - Relazione di calcolo

S.13

Committente

M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l.

Via Favara 452/c bis- T. +39 0923 722319

myR

Marsala Yachting Resort

Capo Progetto

Ing. Massimo Ombra

Ordine degli Ing. della Provincia di Trapani n° 1046

Timbro e Firma

Progettisti

Coordinamento gruppo di progettazione:

Ing. Francesco Di Noto

Progettazione Architettonica:

Itinerlab Srl - Architetti Nuzzo

Ingegneria marittima / civile e studi ambientali:

Ing. Antonio D'Arrigo

Collaborazioni

Opere marittime:

Ing. Agostino La Rosa

Analisi strutturali e geotecniche:

Ing. Nicola Rustica

Impianti idrici:

Ing. Giovanni Berbiglia

Impianti elettrici e di illuminazione:

Ing. Pietro Inferrera / Ing. Massimo Brancatelli

Aspetti ambientali:

Ing. Domenico Mangano

Studi geologici e geotecnici:

Dott. Piero Merk Ricordi

REGIONE SICILIANA



COMUNE DI MARSALA

Provincia di Trapani



PROGETTO DEL PORTO TURISTICO

Marina di Marsala

Committente: M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l

TRASFERIMENTO OPERATORI PORTUALI EDIFICIO SC1 – RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1. GENERALITA'	3
1.1. PREMESSA	3
1.2. DESCRIZIONE EDIFICIO.....	3
1.3. NORMATIVA ADOTTATA	4
1.4. RELAZIONI DI RIFERIMENTO	4
1.5. MATERIALI IMPIEGATI	4
1.6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA.....	6
1.7. CODICI DI CALCOLO.....	7
1.8. AFFIDABILITA' DEI CODICI UTILIZZATI.....	7
2. AZIONI SULLA STRUTTURA	8
2.1. PREMESSA	8
2.2. ANALISI DEI CARICHI.....	8
2.3. AZIONE DELLA NEVE	9
2.4. AZIONE DEL VENTO	9
2.5. AZIONE DELLA TEMPERATURA.....	12
2.6. AZIONE SISMICA	13
2.7. CALCOLO SOLAI.....	21
2.8. CALCOLO TAMPONATURE	23
3. TABULATO DI CALCOLO.....	24
3.1. TABULATO STRUTTURALE.....	24
3.2. TABULATO GEOTECNICO	84

1. GENERALITA'

1.1. PREMESSA

La presente relazione si riferisce ai calcoli delle strutture edilizie da realizzarsi nell'ambito della costruzione del Porto Turistico di Marsala. In particolare la relazione si riferisce ai calcoli delle strutture dell'edificio SC1 – posto in corrispondenza dell'area di Trasferimento operatori portuali.

Con parere di “fattibilità sismica” ai sensi del D.M. 14.01.2008, reso nella conferenza dei servizi del 20 giugno 2013, l'Ufficio del Genio Civile di Trapani in merito all'edificio in oggetto ha mosso le seguenti osservazioni:

- le travi a spessore non rispettano il limite di cui al punto 7.4.6.1.1 del D.M. 14/01/2008;
- annoverare tra le condizioni di carico anche lo stress termico, da combinare, unitamente al carico da neve e al carico da vento, con le altre secondo le previsioni del DM 14/01/2008.

In particolare si è ritenuto opportuno procedere nel seguente modo:

- sono state modificate le travi a spessore;
- è stato annoverato tra le condizioni di carico anche lo stress termico.

A seguito delle integrazioni e con parere di “fattibilità sismica” ai sensi del D.M. 14.01.2008, reso nella conferenza dei servizi del 10 ottobre 2013, l'Ufficio del Genio Civile di Trapani in merito all'edificio in oggetto, esprimendo parere favorevole, si è espresso nel seguente modo:

- sono state modificate le travi a spessore;
- è stata introdotta la condizione di carico dello stress termico.

Comunque, in seguito a delle modifiche architettoniche effettuate durante l'iter approvativo del progetto si è ritenuto opportuno procedere al nuovo calcolo dell'edificio.

1.2. DESCRIZIONE EDIFICIO

La struttura è stata prevista in cemento armato ed ha una struttura intelaiata. L'edificio ha dimensioni in pianta 10.55*3.60 m. Il corpo è costituito da 2 telai in direzione X e 3 telai in direzione Y.

La struttura è composta da 6 pilastri e travi di collegamento dei pilastri in tutte le direzioni.

La copertura è piana, non praticabile ed è prevista la realizzazione con un solaio tipo plastbau metal dello spessore adeguato in funzione della luce che deve coprire e dei carichi che devono essere portati. Le fondazioni sono state previste con travi rettangolari in cemento armato.

Le differenze sostanziali rispetto al progetto già approvato sono le seguenti:

- lunghezza in direzione X pari a 10.55 m rispetto a 14.45 m;

1.3. NORMATIVA ADOTTATA

Nei calcoli si sono adottate le seguenti norme:

- D.M. 14.Gen.2008 Norme Tecniche sulle Costruzioni
- Circ. 02.Feb.2009 n.ro 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.Gen.2008
- Linee Guida sul calcestruzzo strutturale

1.4. RELAZIONI DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente relazione si è fatto riferimento alle seguenti relazioni generali:

- [1] Relazione geologica – redatta dal Dott. Geol. Piero Merk Ricordi
- [2] Relazione Geotecnica

1.5. MATERIALI IMPIEGATI

Per la scelta delle caratteristiche dei calcestruzzi si fa riferimento alle Linee Guida sul Calcestruzzo strutturale redatte dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri. Ai fini della classe di esposizione gli edifici in oggetto sono "*strutture sulla costa o in prossimità di essa*" che sono "*esposte ad atmosfera salina ma non in contatto diretto con l'acqua di mare*" per cui la classe di esposizione deve essere XS1. Le caratteristiche che deve avere il calcestruzzo per ottenere una classe di esposizione XS1 sono:

- contenuto minimo di cemento 320 kg/mc
- resistenza caratteristica minima 37-40 N/mm².

Pertanto si assume con classe di resistenza la C30/37 (Tabella 6.2.2 delle linee guida" che nella nuova norma corrisponde ad una classe di resistenza C32/40 (Tabella 4.1.1 – Classi di resistenza delle NTC 2008).

Per le strutture in c.a. si utilizzano quindi i materiali con le seguenti caratteristiche:

<u>CLS classe C32/40</u>	$R_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$	(resistenza caratt. cubica a compressione)
	$f_{ck} = 320 \text{ kg/cm}^2$	(resistenza caratt. cilindrica a compr.)
<u>Armatura tipo B450C</u>	$f_{yk} = 4.500 \text{ kg/cm}^2$	(tensione caratteristica di snervamento)

$$f_{tk} = 5.400 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{tensione caratteristica di rottura})$$

I valori nominali delle altre proprietà del materiale saranno determinati con le seguenti relazioni di Normativa (§ 11.2.10 e § 4.1.2.1.1.4 D.M. 14/01/2008):

- Resistenza cil. media a compr. $f_{cm} = f_{ck} + 80 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Modulo elastico longitudinale $E_c = 220.000 \cdot (f_{cm}/100)^{0,3}$
- Resistenza cil. media a trazione $f_{ctm} = 3,0 \cdot (f_{ck}/10)^{2/3} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Resistenza cil. caratt. a trazione $f_{ctk} = 0,7 \cdot f_{ctm} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Resist. tang. caratt. di aderenza $f_{bk} = 2,25 \cdot 1,00 \cdot f_{ctk} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Coefficiente di Poisson $\nu_c = 0,00 \text{ (CLS fessurato)}$
 $\nu_c = 0,20 \text{ (CLS non fessurato)}$
- Coeff. espansione termica lin. $\alpha_c = 1,0 \times 10^{-5} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Peso specifico $\gamma_c = 2.500 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

Valori delle resistenze		
Classe del calcestruzzo	C32/40	
Resistenza cilindrica caratteristica a compr.	$f_{ck} =$	320 kg/cmq
Resistenza cubica caratteristica a compr.	$R_{ck} =$	400 kg/cmq
Resistenza cilindrica media a compr.	$f_{cm} =$	400 kg/cmq
Modulo elastico longitudinale	$E =$	333458 kg/cmq
Resistenza media a trazione	$f_{ctm} =$	30.24 kg/cmq
Resistenza caratteristica a trazione	$f_{ctk} =$	21.17 kg/cmq
Res. Tang. Caratteristica di aderenza	$f_{bk} =$	47.63 kg/cmq

Tabella 1.1 – Valori di resistenza del materiale

Ai fini delle verifiche agli SLU, i valori di calcolo delle resistenze del c.a. valgono, rispettivamente:

- Resist. di calcolo a compr. CLS $f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Coeff. carichi di lunga durata $\alpha_{cc} = 0,85$
- Coeff. parz. di sicurezza CLS $\gamma_c = 1,50$
- Resist. di calcolo a traz. CLS $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Resist. di calcolo acciaio $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- Coeff. parz. di sicurezza acciaio $\gamma_s = 1,15$
- Resist. tang. aderenza di calcolo $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c \text{ [kg/cm}^2\text{]}$
- " per sovr. in zona tesa $f'_{bd} = f_{bd} / 1,5 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$

I calcoli delle resistenze sono riportati nella Tabella 1.2.

Calcolo delle resistenze allo SLU		
Coeff. Carichi lunga durata	$\alpha_{cc} =$	0.85
Coeff. Parziale di sicurezza	$\gamma_c =$	1.50
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} =$	181.33 kg/cmq
Resistenza a trazione del calcestruzzo	$f_{ctd} =$	14.11 kg/cmq
Acciaio tipo B450 C	$f_{yk} =$	4500.00 kg/cmq
Coeff. Parziale di sicurezza acciaio	$\gamma_s =$	1.15
Resistenza di calcolo dell'acciaio	$f_{yd} =$	3913.04 kg/cmq
Resistenza tang. Aderenza di calcolo	$f_{bd} =$	31.75 kg/cmq
Rest. Aderenza sovr. In zona tesa	$f'_{bd} =$	21.17 kg/cmq

Tabella 1.2 – Valori delle resistenze allo SLU

1.6. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni in corrispondenza all'edificio oggetto di calcolo, si è fatto riferimento alla Relazione Geologica [1] e alla Relazione Geotecnica [2]. I terreni in corrispondenza dell'area di trasferimento sono stati caratterizzati mediante una serie di indagini condotte in corrispondenza della radice del molo di sottoflutto.

In generale occorre rilevare che tutta l'area oggetto di intervento è caratterizzata da uno strato superficiale di terreno di riporto che si riscontra in corrispondenza delle aree a terra, da uno strato di limo sabbioso con scarse caratteristiche geotecniche e dallo strato di base che è costituito da calcareniti miste a sabbia e limo che si presenta alterato negli strati superficiali e più compatto negli strati profondi, anche se nella formazione si riscontrano livelli e livelletti di limi sabbiosi. In corrispondenza dell'edificio in esame i terreni superficiali sono costituiti da riporti che sono stati caratterizzati nella Relazione Geotecnica e per i quali sono state assunte le seguenti caratteristiche geotecniche.

- terreni di riporto

$$\gamma = 1.80 \text{ ton/mc}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 1.90 \text{ ton/mc}$$

$$c = 0.00 \text{ kg/cmq}$$

$$\varphi = 25^\circ$$

$$E = 200 \text{ kg/cmq}$$

$$\nu = 0.30$$

$$k(\text{Wincler}) = 1.16 \text{ kg/cmc}$$

1.7. CODICI DI CALCOLO

Per la redazione del presente progetto sono stati utilizzati i seguenti codici di calcolo:

- a) Fogli elettronici autoprodotti;
- b) Programma di calcolo PRO-SAP – Professional Structural Analysis Program – Versione ENTRY (build 2011-06-155) – Produttore –Distributore – 2SI – Software e Servizi per l’Ingegneria srl – Ferrara – Licenza free-ware

1.8. AFFIDABILITA’ DEI CODICI UTILIZZATI

Il codice di calcolo è stato verificato dal produttore che ha verificato l’affidabilità e la robustezza attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell’analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

2.1. PREMESSA

- G_1 Peso Proprio elementi strutturali
- G_2 Carichi Permanenti non strutturali compiutamente definiti;
- Q_{k1} Carico Variabile d'Esercizio (tab. 3.1.II D.M. 14/01/2008)
- Q_{k2} Azione della neve (quota ≤ 1000 m s.l.m.m.)
- Q_{k3} Azione del vento

2.2. ANALISI DEI CARICHI

- G_{sol} PP solai = 190,00 kg/m²

▪	G _{2a}	CP massetto:	0,05·2200	=	110,00 kg/m ²
▪	G _{2b}	CP impermeabilizzazione:		=	10,00 kg/m ²
▪	G _{2c}	CP coibentazione:		=	30,00 kg/m ²

▪	G_{2d}	CP allettamento e intonaco:	$0,03 \cdot 2200$	$=$	$66,00 \text{ kg/m}^2$
▪	G_{2e}	CP controsoffitti ed impianti:		$=$	$60,00 \text{ kg/m}^2$
▪	$G_{2\text{copertura}}$	CP solaio di copertura		$=$	$276,00 \text{ kg/m}^2$

Tale carico va considerato permanente, non strutturale e compiutamente definito.

In merito ai carichi variabili d'esercizio della copertura, essendo quest'ultima non accessibile se non per la sola manutenzione, si adotta il valore relativo alla Cat. H1 della tabella 3.1.II del D.M. 14/01/2008, ovvero:

▪	$Q_{k1 \text{ Cop}}$	CE solaio copertura:		$=$	$50,00 \text{ kg/m}^2$
---	----------------------	----------------------	--	-----	------------------------

2.3. AZIONE DELLA NEVE

Il carico neve q_s è valutato con la seguente espressione (§ 3.4 D.M. 14/01/2008):

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

in cui q_s è il carico neve sulla copertura, μ_i è il coefficiente di forma della copertura, q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo, C_E è il coefficiente di esposizione ed infine C_t è il coefficiente termico.

Trovandoci in Zona III ed essendo il sito in cui è localizzato l'immobile posto a quota $a_s \leq 200$ ml sul l.m.m., si assume $q_{sk} = 60 \text{ kg/mq}$.

Il coefficiente di forma μ_i è funzione del numero e dell'angolo α di inclinazione delle falde. La copertura in oggetto è piana ed orizzontale, per cui si assume $\mu_i = 0,80$.

I coefficienti C_t e C_E sono posti pari all'unità, trattandosi di un'area classificabile nella categoria normale di topografia e di una struttura con normali caratteristiche di isolamento termico. Nel caso in oggetto, il carico neve vale, dunque:

$$q_s = 0,8 \cdot 60,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 48,0 \text{ kg/m}^2$$

2.4. AZIONE DEL VENTO

La pressione p trasmessa dal vento sulla struttura è valutata quale azione statica equivalente normale alla superficie, con la relazione (§ 3.3.4 D.M. 14/01/2008):

$$p = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

in cui q_b è la pressione cinetica di riferimento, c_e è il coefficiente di esposizione, c_p è il coefficiente di forma o aerodinamico, ed infine c_d è il coefficiente dinamico.

La pressione cinetica di riferimento q_b in N/m^2 viene determinata con la relazione:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2,$$

in cui $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ è la densità dell'aria e v_b è la velocità di riferimento del vento, data dall'espressione:

$$\begin{cases} v_b = v_{b,0} & \text{per } a_s \leq a_0 \\ v_b = v_{b,0} + k_a \cdot (a_s - a_0) & \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m} \end{cases}$$

in cui $v_{b,0}$, a_0 , e k_a sono parametri tabellati in funzione della macrozonazione del territorio (tab. 3.3.1 D.M. 14/01/2008).

Nel nostro caso si ha: $v_{ref,0} = 28 \text{ m/s}$, $a_0 = 500 \text{ m}$, $k_a = 0.020 \text{ 1/s}$ (zona 4). L'altitudine a_s del sito ove sorge la costruzione sul l.m.m., è inferiore a 1500 m, per cui si ha, $v_b = v_{b,0} = 28,0 \text{ m/s}$. Si ottiene dunque che la pressione cinetica di riferimento è pari a:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 28^2 = 490,00 \text{ N/m}^2 = 49,00 \text{ kg/m}^2$$

Per calcolare il coefficiente di esposizione $c_e(z)$, si adotta la seguente relazione:

$$c_e(z) = \begin{cases} k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] & \text{per } z \geq z_{\min} \\ c_e(z_{\min}) & \text{per } z < z_{\min} \end{cases} \Rightarrow c_e = 1,80 \text{ m/s}$$

in cui $z = 2,00 \text{ ml}$, $z_0 = 0,05 \text{ ml}$, $k_r = 0,19$, $c_t = 1,00$, $z_{\min} = 4,00$, $\ln(z/z_0) = \ln(2,00/0,05) = 3,69$, $\ln(z_{\min}/z_0) = \ln(4,00/0,05) = 4,38$ (zona 4, classe di rugosità D, categoria di esposizione del sito II).

Il coefficiente di forma c_p si determina in funzione della tipologia e della geometria della costruzione. La pressione esterna per edifici a pianta rettangolare con coperture piane a falda inclinate o curve si valuta come segue:

- per elementi sopravento con inclinazione $\alpha \geq 60^\circ$, si pone $c_{pe} = +0,80$;
- per elem. sopravento con inclin. $20^\circ < \alpha < 60^\circ$, si pone $c_{pe} = +0,03 \cdot \alpha - 1$;
- per elem. sopravento con inclin. $0^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ e per elementi sottovento, si pone $c_{pe} = -0,40$.

Per la valutazione della pressione interna si fa riferimento alle seguenti regole:

- per costruzioni che hanno (o possono anche avere in condizioni eccezionali) una parete con aperture di superficie minore di 1/3 di quella totale, si pone $c_{pi} = \pm 0,20$
- per costruzioni che hanno (o possono anche avere in condizioni eccezionali) una parete con aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale, si pone:
 - o $c_{pi} = +0,80$ quando la parete aperta è sopravvento,
 - o $c_{pi} = -0,50$ quando la parete aperta è sottovento o parallela al vento;
- per costruzioni che presentano su due pareti opposte, normali alla direzione del vento, aperture di superficie non minore di 1/3 di quella totale, si pone:
 - o $c_{pe} + c_{pi} = \pm 1,2$ per gli elementi normali alla direzione del vento,
 - o $c_{pi} = \pm 0,2$ per i rimanenti elementi.

I casi sopra enunciati sono riassunti nella seguente figura:

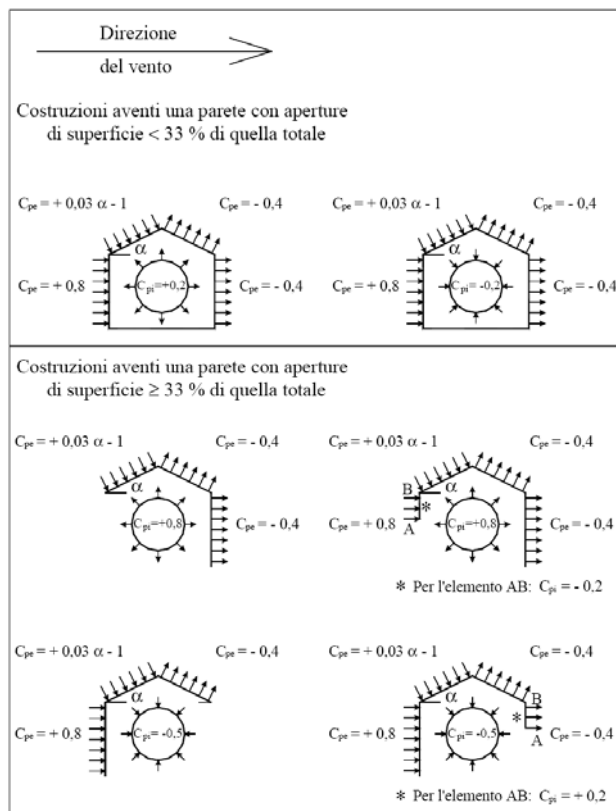


Figura 2.1 – Rif. C.3.3.3 Istruzioni D.M. 14/01/2008 (Cons. Sup. LL.PP.) Coefficienti di forma per edifici

Per quanto riguarda la pensilina perimetrale sbalzante dalla copertura, si fa riferimento al par. C3.3.10.3.2 delle Istruzioni per l'applicazione del D.M. 14/01/2008 a cura del Consiglio Superiore

dei LL.PP., che suggerisce l'adozione del valore $c_p = \pm 1,20$ per tettoie e pensiline di qualsiasi tipologia, con spioventi orizzontali.

Nel nostro caso si assumono i seguenti valori:

- $c_{pe\ PV+}$ pressione esterna pareti verticali sopravento = + 0,80
- $c_{pe\ PV-}$ pressione esterna pareti verticali sottovento = - 0,40
- $c_{pi\ PV}$ pressione interna pareti verticali = $\pm 0,20$
- $c_{p\ PH}$ pressione sbalzi copertura = $\pm 1,20$

Assumendo infine $c_d = 1,00$, la pressione netta ortogonale sui vari elementi considerati, risulta pari a:

- $p_{pe\ PV+}$ $49,00 \cdot 1,80 \cdot 1,00 \cdot 0,80$ = + 70,56 kg/m²
- $p_{pe\ PV-}$ $49,00 \cdot 1,80 \cdot 1,00 \cdot (-0,40)$ = - 35,28 kg/m²
- $p_{pi\ PV}$ $49,00 \cdot 1,80 \cdot 1,00 \cdot (\pm 0,20)$ = $\pm 17,64$ kg/m²
- $p_{p\ PH}$ $49,00 \cdot 1,80 \cdot 1,00 \cdot (\pm 1,20)$ = $\pm 105,84$ kg/m²

Essendo le azioni da vento sopra calcolate di entità certamente inferiore rispetto all'azione sismica, sono state trascurate nel calcolo globale delle strutture.

2.5. AZIONE DELLA TEMPERATURA

Con riferimento al paragrafo 3.5.5 delle NTC 2008 si adottano le seguenti variazioni di temperatura come definito nella tabella 3.5.II:

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

Per il fabbricato in oggetto, in acciaio, si fa riferimento ai seguenti valori:

- Elementi strutturali esposti $\Delta T_u = \pm 25^{\circ}\text{C}$
- Elementi strutturali protetti $\Delta T_u = \pm 15^{\circ}\text{C}$

A favore di sicurezza è stato adottato il valore di variazione termica previsto per gli elementi esposti ossia $\Delta T_u = \pm 25^\circ\text{C}$.

Tali azioni risulteranno combinate con le altre azioni variabili con l'applicazione dei coefficienti di cui alla tabella 2.5.I delle NTC 2008, di seguito riportati:

- $\psi_{0j} = 0,6$
- $\psi_{1j} = 0,5$
- $\psi_{2j} = 0,0$

2.6. AZIONE SISMICA

Ai fini delle norme NTC 2008, l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra di loro indipendenti.

Le azioni sismiche di progetto in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione, definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R . In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

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

Gli **stati limite di esercizio** sono:

- *Stato Limite di Operatività (SLO)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- *Stato Limite di Danno (SLD)*: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di

resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli **stati limite ultimi** sono:

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

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} cui riferirsi per individuare l'azione sismica per gli stati limite considerati, sono riportate nella tabella successiva:

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 2.1 – Rif. Tab. 3.2.I D.M. 14/01/2008

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

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

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende dunque necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, come riportate nelle seguenti tabelle:

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

Tabella 2.2 – Rif. Tab. 3.2.II D.M. 14/01/2008

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 2.3 – Rif. Tab. 3.2.III D.M. 14/01/2008

In riferimento alle possibili configurazioni topografiche si può fare riferimento alla seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 2.4 – Rif. Tab. 3.2.IV D.M. 14/01/2008

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali X ed Y è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale ed è definito dalle seguenti relazioni:

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

nelle quali T ed S_e sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale, S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione:

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica ed S_T è il coefficiente di amplificazione topografica, definiti nelle seguenti tabelle:

Categoria sottosuolo	S_s
A	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$

Tabella 2.5 – Rif. Tab. 3.2.V D.M. 14/01/2008

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 2.6 – Rif. Tab. 3.2.VI D.M. 14/01/2008

Nelle espressioni dello spettro elastico, inoltre, η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove ξ (espressa in percentuale) è valutata sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione; F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale; T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da:

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove T_C^* è il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo tabellato come segue:

Categoria sottosuolo	C_C
A	1,00
B	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 2.7 – Rif. Tab. 3.2.V D.M. 14/01/2008

$T_B = T_C/3$ è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante; T_D , infine, è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione:

$$T_D = 4,0 \cdot \frac{a_g}{g} + 1,6$$

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale Z è definito dalle seguenti espressioni:

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

nelle quali T e S_{ve} sono, rispettivamente, il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale verticale, mentre F_v è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno a_g su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

Per la componente verticale del sisma, i valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono riportati di seguito:

Categoria di sottosuolo	S_s	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Tabella 2.8 – Rif. Tab. 3.2.VII D.M. 14/01/2008

Per gli **stati limite di esercizio** lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali che per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata.

Per gli **stati limite ultimi**, ai fini del progetto o della verifica delle strutture le capacità dissipative delle strutture possono essere messe in conto attraverso una riduzione delle forze elastiche, che tiene conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovrarresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata, con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura, funzione della tipologia strutturale dell'opera. Si assumerà comunque $S_d(T) \geq 0,2 \cdot a_g$.

Nel caso in esame, si assume un terreno appartenente alla categoria di sottosuolo di riferimento C, una categoria topografica T_1 , una Vita Nominale V_N della costruzione di 50 anni, un Coefficiente d'Uso C_U pari ad 1,00.

Il coefficiente V_N si determina attraverso la tabella seguente:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tabella 2.9 – Rif. Tab. 2.4.I D.M. 14/01/2008

Il coefficiente d'uso C_U dipende dalla classe d'uso della costruzione, scelta fra quelle riportate di seguito:

- Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
- Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

per come definito nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 2.10 – Rif. Tab. 2.4.II D.M. 14/01/2008

Il fattore di struttura $q = K_R \cdot q_0$ è stato infine desunto dal valore del fattore riduttivo $K_R = 1,00$ trattandosi di struttura regolare in altezza (§ 7.3.1 D.M. 14/01/2008) e dalla seguente tabella relativa alle costruzioni in calcestruzzo (Tabella 7.4.1).

Tipologia	q_0	
	CD" B "	CD" A "
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste	$3,0 \alpha_u / \alpha_1$	$4,5 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate	3,0	$4,0 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture deformabili torsionalmente	2,0	3,0
Strutture a pendolo inverso	1,5	2,0

Tabella 2.11 – Rif. Tab. 7.4.I D.M. 14/01/2008

Trattandosi di strutture a telaio in classe di duttilità CD" B " e trattandosi di strutture regolari in pianta, a telaio e ad una elevazione si assume $\alpha_u / \alpha_1 = 1.1$ per cui il coefficiente di struttura è pari a $q = 3.00 \cdot 1.10 = 3.30$. Ai fini della caratterizzazione del suolo di fondazione, come si evince dai risultati delle prove riportate nella Relazione Geotecnica [2], la categoria del suolo che deve essere assunta nei calcoli è la categoria B.

2.7. CALCOLO SOLAI

DATI

L : Luce netta
 Hp : Altezza pignatte
 Bp : Larghezza pignatte
 Bt : Larghezza travetto
 Hs : Solettina collaborante
 Cop : Copriferro
 BtSx : Base trave a sinistra
 BtDx : Base trave a destra

L [cm]	Hp [cm]	Bp [cm]	Bt [cm]	Hs [cm]	Cop [cm]	BtSx [cm]	BtDx [cm]
560	16	49	11	4	2	40	40

Fattori di sicurezza parziali per le azioni sulla struttura

Coeff. γ_g (Azioni permanenti)	Coeff. γ_{gns} (Azioni perm. non strutt.)	Coeff. γ_q (Azioni variabili)
1.5	1.3	1.5

Coefficienti di combinazione

Coeff. ψ_1	Coeff. ψ_2
0.50	0.30

CARATTERISTICHE MATERIALI

Materiale CLS

Nome	Classe	Rck [daN/cm ²]	v	ps [daN/m ²]	α_t [1/°C]	Ec [daN/cm ²]	$\gamma_{m,c}$	Ect/Ec	fc_k [daN/cm ²]	fed SLU [daN/cm ²]	fedd SLU [daN/cm ²]	fedk,0.05 [daN/cm ²]	fctm [daN/cm ²]	sc2 [%]	scu2 [%]
C25/30	C25/30	300	0.15	2500.00	1.0E-005	314758.06	1.50	0.50	250.00	141.67	11.97	17.95	25.65	2.00	3.50

Materiale Acciaio Armature

Nome	Tipo	γ_m	γ_E	Es [daN/cm ²]	fyk [daN/cm ²]	ftk [daN/cm ²]	fd SLU [daN/cm ²]	k	sud [%]
B450C	B450C	1.15	-	2100000.00	4500.00	5400.00	3913.04	1.00	10.00

ANALISI DEI CARICHI

Peso trav. e pignatte [daN/m ²]	Peso solett. coll. [daN/m ²]	Sovracc. perm. [daN/m ²]	Infl. tramezz. [daN/m ²]	Car. eserc. [daN/m ²]	TOTALE CARICHI [daN/m ²]
90	100	276	0	50	516

Carico esercizio concentrato esaminato = 120 daN

Altezza solaio = 20 cm

Interasse travetto = 60 cm

Carico per travetto = 310 daN/ml

RISULTATO CALCOLO

Verifica a flessione	x = 0 cm	x = 280 cm	x = 560 cm
Momento flettente daNcm	-142884	142884	-142884
Armatura inferiore (cm ²)	2.01	4.02	2.01
Armatura superiore (cm ²)	4.02	2.01	4.02
Momento resistente daNcm	-247085	247085	-247085
Coefficiente di sicurezza	1.73	1.73	1.73

Ferri:
 Diritti superiori = 1ø16
 Sagomati = 1ø16
 Diritti inferiori = 1ø16
 Carico esercizio = CONCENTRATO

VERIFICA A TAGLIO

Verifica soddisfatta con:
 Fascia Semi-piena Sx pari a 20cm
 Fascia Semi-piena Dx pari a 20cm

VERIFICHE D'ESERCIZIO

Stato tensionale	x = 0 cm	x = 280 cm	x = 560 cm
Momento soll. Caratteristiche [daNcm]	-101880	101880	-101880
σ calc. cls [daN/cm ²]	95.31	38.61	95.31
σ limite cls [daN/cm ²]	120	120	120
σ calc. Acc. [daN/cm ²]	-1637.89	-1545.6	-1637.89
σ limite Acc [daN/cm ²]	3600	3600	3600
Coefficiente sicurezza	1.26	2.33	1.26
Momento soll. Freq. [daNcm]	-92880	92880	-92880
σ calc. cls [daN/cm ²]	86.89	35.2	86.89
σ limite cls [daN/cm ²]	90	90	90
σ calc. Acc. [daN/cm ²]	-1493.2	-1409.06	-1493.2
σ limite Acc [daN/cm ²]	3600	3600	3600
Coefficiente sicurezza	1.04	2.55	1.04
Momento soll. QPerm. [daNcm]	-89280	89280	-89280
σ calc. cls [daN/cm ²]	83.52	33.84	83.52
σ limite cls [daN/cm ²]	90	90	90
σ calc. Acc. [daN/cm ²]	-1435.32	-1354.45	-1435.32
σ limite Acc [daN/cm ²]	3600	3600	3600
Coefficiente sicurezza	1.08	2.66	1.08

Fessurazione	x = 0 cm	x = 280 cm	x = 560 cm
Momento soll. Caratteristiche [daNcm]	-101880	101880	-101880
Fessura di calc. [mm]	0	0	0
Fessura limite [mm]	0.2	0.2	0.2
Coefficiente sicurezza	100000	100000	100000
Momento soll. Freq. [daNcm]	-92880	92880	-92880
Fessura di calc. [mm]	0	0	0
Fessura limite [mm]	0.4	0.4	0.4
Coefficiente sicurezza	100000	100000	100000
Momento soll. QPerm. [daNcm]	-89280	89280	-89280
Fessura di calc. [mm]	0	0	0
Fessura limite [mm]	0.3	0.3	0.3
Coefficiente sicurezza	100000	100000	100000

Deformabilità	Def. di calc. (f/l))	Def. lim. (f/l))	Coeff. Sic.
Comb. Caratteristica	0.0001	0.002	20
Comb. Freq.	0.0001	0.002	20
Comb. Q. Perm.	0.0001	0.002	20

VERIFICA A PUNZONAMENTO SOLETTINA COLLABORANTE

Su area 5.00 cm x 5.00 cm di Solettina dello spessore di 4 cm
 Carico di calcolo = 180.00 daN
 Taglio resistente = 720 daN
 Coefficiente di sicurezza = 4.00
 Esito verifica a punzonamento = SODDISFATTO

2.8. CALCOLO TAMPONATURE

Poiché la prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della Fa delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale così come previsto dalla CIRCOLARE MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. non è necessario effettuare il calcolo visto l'accorgimento proposto.

Modello numerico

In questa parte viene descritto il modello numerico utilizzato (o i modelli numerici utilizzati) per l'analisi della struttura. La presentazione delle informazioni deve essere, coerentemente con le prescrizioni del paragrafo 10.2 delle NTC-08, tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità

Tipo di analisi strutturale	
Statica lineare	SI
Statica non lineare	NO
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Informazioni sul codice di calcolo	
Titolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Dati utente finale:	Antonio D'Arrigo
Codice Licenza:	Licenza Freeware

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software **ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico**. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Affidabilità dei codici utilizzati

2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>

Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:	
nodi	16
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	28
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	3
elementi solidi	0
Dimensione del modello strutturale [cm]:	
X min =	0.00
Xmax =	1025.00
Ymin =	-0.00
Ymax =	330.00
Zmin =	0.00
Zmax =	340.00
Strutture verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
Strutture non verticali:	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO
Orizzontamenti:	

Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
Tipo di vincoli:	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	NO
Fondazioni di tipo trave	SI
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

Modellazione delle azioni

Si veda il capitolo **“Schematizzazione dei casi di carico”** per le informazioni necessarie alla comprensione ed alla ricostruzione delle azioni applicate al modello numerico, coerentemente con quanto indicato nella parte **“2.6. Azioni di progetto sulla costruzione”**.

Combinazioni e/o percorsi di carico

Si veda il capitolo **“Definizione delle combiazioni”** in cui sono indicate le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti.

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO

Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	SI

Principali risultati

I risultati devono costituire una sintesi completa ed efficace, presentata in modo da riassumere il comportamento della struttura, per ogni tipo di analisi svolta.

2.8.1. Risultati dell'analisi modale

Viene riportato il tipo di analisi modale condotta, restituiti i risultati della stessa e valutate le informazioni desumibili in merito al comportamento della struttura.

2.8.2. Deformate e sollecitazioni per condizioni di carico

Vengono riportati i principali risultati atti a descrivere il comportamento della struttura, in termini di stati di sollecitazione e di deformazione generalizzata, distinti per condizione elementare di carico o per combinazioni omogenee delle stesse.

2.8.3. Involuppo delle sollecitazioni maggiormente significative
L'analisi e la restituzione degli involuppi (nelle combinazioni considerate agli SLU e agli SLE) delle caratteristiche di sollecitazione devono essere finalizzate alla valutazione dello stato di sollecitazione nei diversi elementi della struttura.

2.8.4. Reazioni vincolari

Vengono riportate le reazioni dei vincoli nelle singole condizioni di carico e/o nelle combinazioni considerate.

2.8.5. Altri risultati significativi

Nella presente parte vengono riportati tutti gli altri risultati che il progettista ritiene di interesse per la descrizione e la comprensione del/i modello/i e del comportamento della struttura.

La presente relazione, oltre a illustrare in modo esaustivo i dati in ingresso e i risultati delle analisi in forma tabellare, riporta una serie di immagini:

per i dati in ingresso:

- modello solido della struttura
- numerazione di nodi e ed elementi
- configurazioni di carico statiche
- configurazioni di carico sismiche con baricentri delle masse e eccentricità

per le combinazioni più significative (statisticamente più gravose per la struttura)

- configurazioni deformate
- diagrammi e involuppi delle azioni interne
- mappe delle tensioni
- reazioni vincolari
- mappe delle pressioni sul terreno

per il progetto-verifica degli elementi

- diagrammi di armatura
- percentuali di sfruttamento

- mappe delle verifiche più significative per i vari stati limite

Informazioni generali sull'elaborazione e giudizio motivato di accettabilità dei risultati.

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.) .

Verifiche agli stati limite ultimi

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

Verifiche agli stati limite di esercizio

Nel capitolo relativo alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
3. D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
4. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
5. D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
6. Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
7. Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
8. D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
9. Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
10. D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
11. D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
12. UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
13. Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
14. UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
15. UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
16. UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
17. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
18. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
19. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
20. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
21. UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
22. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
23. UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
24. UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-

- calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
25. UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
 26. UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici.
 27. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
 28. UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
 29. UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
 30. UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
 31. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
 32. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

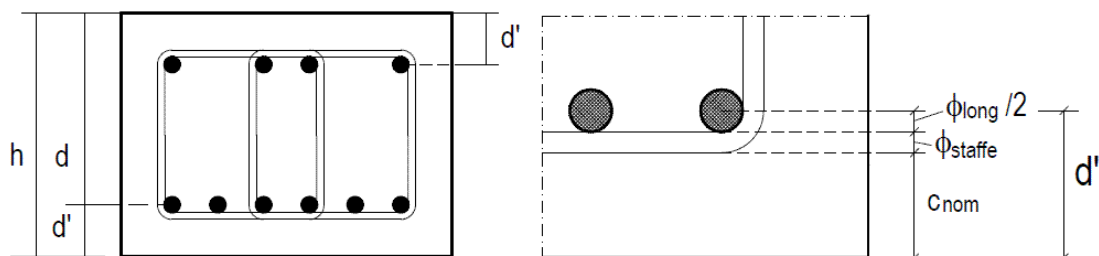
NOTA sul capitolo "normativa di riferimento": riporta l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente capitolo "RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE" "ANALISI E VERIFICHE SVOLTE CON L'AUSILIO DI CODICI DI CALCOLO". Laddove nei capitoli successivi vengano richiamate norme antecedenti al DM 14.01.08 è dovuto o a progettazione simulata di edificio esistente o ad applicazione del punto 2.7 del DM 14.01.08

MATERIALI E COPRIFERRI PER STRUTTURE IN CA

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1								C25/30, 0.60, 300
XC2								C25/30, 0.60, 300
XC3								C28/35, 0.55, 320
XC4								C32/40, 0.50, 340
XD1								C28/35, 0.55, 320
XD2								C35/45, 0.45, 360
XD3								C35/45, 0.45, 360
XS1								C28/35, 0.55, 320
XS2								C35/45, 0.45, 360
XS3								C35/45, 0.45, 360
XF1								C28/35, 0.50, 320
XF2 – XF3								C25/30, 0.50, 340
XF4								C28/35, 0.45, 360
XA1								C28/35, 0.55, 320
XA2								C32/40, 0.50, 340
XA3								C35/45, 0.45, 360

$$c_{nom} = \max(c_{min,b}, c_{min,dur}) + 10 \text{ (mm)} \geq 20 \text{ mm}$$

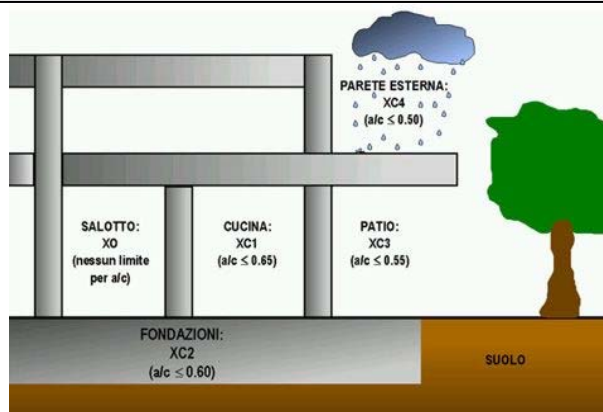
$c_{min,b} = \phi \sqrt{n_b}$ n_b numero di barre di un eventuale gruppo di barre; per barra singola $n_b = 1$.

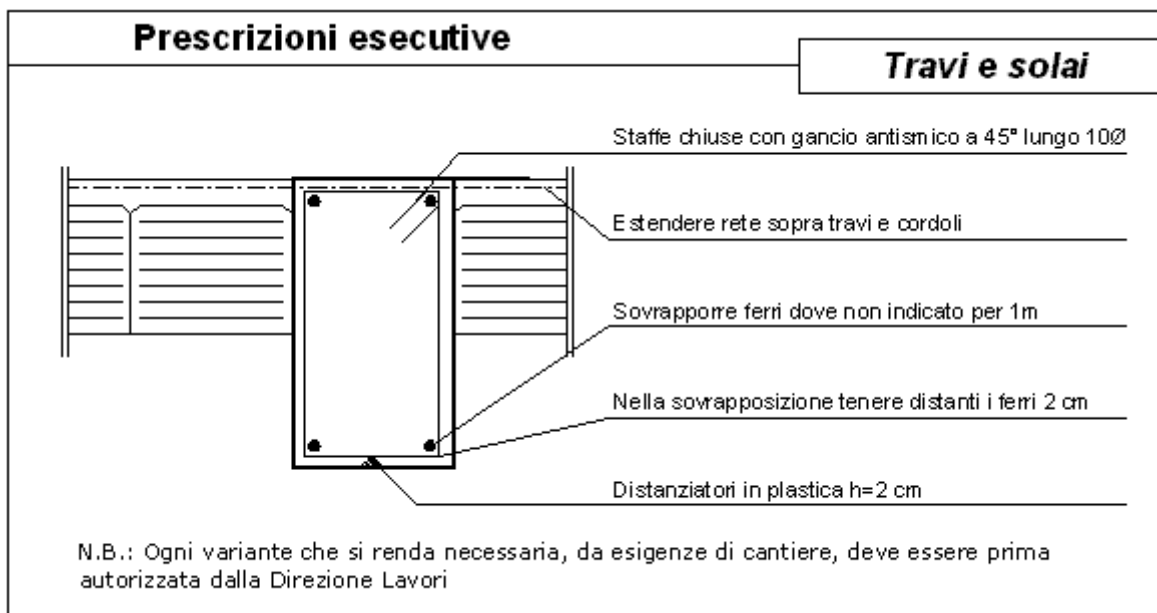


Altezze d e d'

DURABILITA'

1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni stradali e di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
6. Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno





- Sovrapporre i ferri nelle riprese per almeno 60 diametri ;
- Impiegare distanziatori in plastica o pasta di cemento per garantire un copriferro (misurato dall'esterno ferro e non dal baricentro ferro) di almeno cm 2,5 per le travi e cm 3 per i pilastri (a meno di prescrizioni superiori per esigenze di REI) ;
- Estendere la rete nella soletta dei solai fino all'esterno cordolo o travi ;
- Sovrapporre le reti di cui sopra per almeno cm 20 ;
- Ancorare i ferri aggiuntivi superiori dei solai all'esterno delle travi di bordo, curando di tenere il baricentro a circa 2.5 cm dal filo superiore del getto della caldana del solaio ;
- Nella giunzione per sovrapposizione dei ferri, non legare i due ferri fra loro, ma tenerli distanziati di almeno cm 2 (interferro).

CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

<i>Young</i>	modulo di elasticità normale
<i>Poisson</i>	coefficiente di contrazione trasversale
<i>G</i>	modulo di elasticità tangenziale
<i>Gamma</i>	peso specifico
<i>Alfa</i>	coefficiente di dilatazione termica

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	<i>cemento armato</i>	Rck Fctm	resistenza caratteristica cubica resistenza media a trazione semplice
2	<i>acciaio</i>	Ft Fy Fd Fdt Sadm Sadmt	tensione di rottura a trazione tensione di snervamento resistenza di calcolo resistenza di calcolo per spess. t>40 mm tensione ammissibile tensione ammissibile per spess. t>40 mm
3	<i>muratura</i>	Resist. Fk Resist. Fvko	resistenza caratteristica a compressione resistenza caratteristica a taglio
4	<i>legno</i>	Resist. fc0k Resist. ft0k Resist. fmk Resist. fvk Modulo E0,05 Lamellare	Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per compressione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per trazione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per flessione Resistenza caratteristica (tensione amm. per REGLES) per taglio Modulo elastico parallelo caratteristico lamellare o massiccio

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Modellazione di strutture in c.a.

Test N°	Titolo
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
45	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI PIASTRE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
54	PARETI IN C.A. SNELLE IN ZONA SISMICA
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Modellazione di strutture in acciaio

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
59	FATTORE DI STRUTTURA
60	ACCIAIO D.M.2008
61	ACCIAIO EC3
62	GERARCHIA RESISTENZE STRUTTURE IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
73	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA IRRIGIDIMENTI TRASVERSALI
74	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI UN PIATTO DI RINFORZO SALDATO ALL'ANIMA DELLA COLONNA
75	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO CON PRESENZA DI DUE PIATTI DI RINFORZO SALDATI ALL'ANIMA DELLA COLONNA
76	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A DUE VIE SU ALI COLONNA
77	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO A UNA VIA CON DUE COMBINAZIONI DI CARICO
78	COLLEGAMENTI IN ACCIAIO: NODO TRAVE COLONNA FLANGIATO SU ANIMA SENZA RINFORZI A QUATTRO FILE DI BULLONI DI CUI UNA SU PIASTRA INFERIORE E UNA SU PIASTRA SUPERIORE
79	VERIFICA DELLA PIASTRA NODO TRAVE COLONNA
85	TELAIO ACCIAIO: CONTROVENTI CONCENTRICI

Modellazione di strutture in muratura

Test N°	Titolo
81	ANALISI PUSHOVER DI UNA STRUTTURA IN MURATURA
84	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE, PARETE IN MURATURA
86	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 87 TA)
87	VERIFICA NON SISMICA DELLE MURATURE (D.M. 2005 SL)
88	FATTORE DI STRUTTURA

Modellazione di strutture in legno

Test N°	Titolo
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
91	FATTORE DI STRUTTURA
92	VERIFICHE EC5
93	SNELLEZZE EC5
94	VERIFICA AL FUOCO DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
117	PROGETTO E VERIFICA DI GUSCI IN MATERIALE XLAM
118	PROGETTO E VERIFICA DI PARETI IN MATERIALE XLAM E RELATIVI COLLEGAMENTI
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

Id	Tipo / Note		Young	Poisson	G	Gamma	Alfa
		daN/cm2	daN/cm2		daN/cm2	daN/cm3	
4	Calcestruzzo Classe C32/40		3.360e+05	0.12	1.500e+05	2.50e-03	1.00e-05
	Rck	400.0					
	fctm	31.0					

Pareti c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Progetto armatura	Composto con parete sismica	Composto con parete sismica	Composto con parete sismica			
Armatura						
Inclinazione Av [gradi]	90.00	90.00	90.00			
Angolo Av-Ao [gradi]	90.00	90.00	90.00			
Minima tesa	0.25	0.25	0.25			
Massima tesa	4.00	4.00	4.00			
Maglia unica centrale	No	No	No			
Copriferro [cm]	2.00	2.00	2.00			
Maglia V						
diametro	10	10	10			
passo	25	25	25			
diametro aggiuntivi	12	12	12			
Maglia O						
diametro	8	8	8			
passo	25	25	25			
diametro aggiuntivi	8	8	8			
Stati limite ultimi						
Tensione fyk [daN/cm ²]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm ²]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm ²]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
Parete sismica						
Fattore amplificazione taglio V	1.50	1.50	1.50			
Hcrit. par. 7.4.4.5.1 [cm]	0.0	0.0	0.0			
Hcrit. par. 7.4.6.1.4 [cm]	0.0	0.0	0.0			
Usa diagramma di fig. 7.4.2	No	No	No			
Verifica come fascia	No	No	No			
Zona confinata						
Minima tesa	1.00	1.00	1.00			
Massima tesa	4.00	4.00	4.00			
Distanza barre [cm]	2.00	2.00	2.00			
Interferro	2	2	2			
Armatura inclinata						
Area barre [cm ²]	0.0	0.0	0.0			
Angolo orizzontale [gradi]	0.0	0.0	0.0			
Distanza di base [cm]	0.0	0.0	0.0			
Resistenza al fuoco						
3- intradosso	No	No	No			
3+ estradosso	No	No	No			
Tempo di esposizione R	15	15	15			

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Armatura						
Inclinazione Ax [gradi]	0.0	0.0	0.0			
Angolo Ax-Ay [gradi]	90.00	90.00	90.00			
Minima tesa	0.31	0.31	0.31			
Massima tesa	0.78	0.78	0.78			
Maglia unica centrale	No	No	No			
Copriferro [cm]	2.00	2.00	2.00			
Maglia x						
diametro	10	10	10			
passo	20	20	20			
diametro aggiuntivi	12	12	12			
Maglia y						

Gusci c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
diametro	10	10	10			
passo	20	20	20			
diametro aggiuntivi	12	12	12			
Stati limite ultimi						
Tensione fyk [daN/cm2]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
Applica SLU da DIN	No	No	No			
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
Resistenza al fuoco						
3- intradosso	No	No	No			
3+ estradosso	No	No	No			
Tempo di esposizione R	15	15	15			

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Progetta a filo	No	No	No			
Af inf: da traliccio	Si	Si	Si			
Af inf: da q*L*L /	0.0	0.0	0.0			
Armatura						
Minima tesa	0.31	0.31	0.31			
Minima compressa	0.31	0.31	0.31			
Massima tesa	0.78	0.78	0.78			
Da sezione	Si	Si	Si			
Usa armatura teorica	No	No	No			
Diametro barre per correnti reggistaffa SUP.	16	16	16			
Diametro barre per aggiuntivi/spezzoni SUP.	16	16	16			
Diametro barre per correnti reggistaffa INF.	16	16	16			
Diametro barre per aggiuntivi/spezzoni INF.	16	16	16			
Diametro barre per armatura di parete	16	16	16			
Stati limite ultimi						
Tensione fyk [daN/cm2]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
Af slu: trasla per V	Si	Si	Si			
Fattore di ridistribuzione	0.0	0.0	0.0			
Modello per il confinamento						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander	Mander			
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03			
Fattore lambda	1.00	1.00	1.00			
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02			
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03			
epsilon c2	0.0	0.0	0.0			
epsilon cy	0.0	0.0	0.0			
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
Staffe						
Diametro staffe	0.0	0.0	0.0			
Passo minimo [cm]	5.00	5.00	3.00			
Passo massimo [cm]	30.00	30.00	30.00			
Passo raffittito [cm]	15.00	15.00	15.00			
Lunghezza zona raffittita [cm]	50.00	50.00	50.00			
Percentuale sagomati	0.0	0.0	0.0			
Luce di taglio per GR [cm]	1.00	1.00	0.0			
Adotta scorrimento medio	No	No	No			
Torsione non essenziale inclusa	Si	Si	No			

Pilastri c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Progetto armatura	Privilegia lati	Privilegia lati	Privilegia lati			
Progetta a filo	No	No	No			
Effetti del 2 ordine	Si	Si	Si			
Beta per 2-2	1.00	1.00	1.00			
Beta per 3-3	1.00	1.00	1.00			
Armatura						
Massima tesa	4.00	4.00	4.00			
Minima tesa	1.00	1.00	1.00			
Stati limite ultimi						
Tensione fyk [daN/cm2]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Verifiche con N costante	Si	Si	Si			
Modello per il confinamento						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander	Mander			
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03			
Fattore lambda	1.00	1.00	1.00			
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02			
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03			
epsilon c2	0.0	0.0	0.0			
epsilon cy	0.0	0.0	0.0			
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	97.50	97.50	97.50			
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Staffe						
Diametro staffe	0.0	0.0	0.0			
Passo minimo [cm]	5.00	5.00	5.00			
Passo massimo [cm]	25.00	25.00	25.00			
Passo raffittito [cm]	15.00	15.00	15.00			
Lunghezza zona raffittita [cm]	45.00	45.00	45.00			
Luce di taglio per GR [cm]	1.00	1.00	0.0			
Massimizza gerarchia	Si	Si	Si			

Solai c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
Generalità						
Usa tensioni ammissibili	No	No	No			
Af inf: da traliccio	Si	Si	Si			
Consenti armatura a taglio	No	No	No			
Incrementa armatura longitudinale per taglio	Si	Si	Si			
Af inf: da q*L*L /	20.00	20.00	20.00			
Incremento fascia piena [cm]	5.00	5.00	5.00			
Armatura						
Minima tesa	0.15	0.15	0.15			
Massima tesa	3.00	3.00	3.00			
Minima compressa	0.0	0.0	0.0			
Af/h [cm]	7.000e-02	7.000e-02	7.000e-02			
Stati limite ultimi						
Tensione fyk [daN/cm2]	4500.00	4500.00	4500.00			
Tipo acciaio	tipo C	tipo C	tipo C			
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15			
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50			
Fattore di ridistribuzione	0.0	0.0	0.0			
Tensioni ammissibili						
Tensione amm. cls [daN/cm2]	85.00	85.00	85.00			
Tensione amm. acciaio [daN/cm2]	2600.00	2600.00	2600.00			
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00			
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00			
Verifica freccia						
Infinita	250.00	500.00	250.00			
Istantanea	500.00	1000.00	500.00			
Fattore viscosità	3.00	3.00	3.00			
Usa J non fessurato	No	No	No			

MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

LEGENDA TABELLA DATI SEZIONI

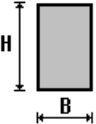
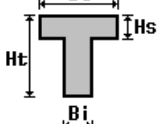
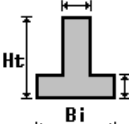
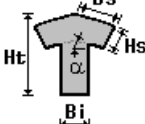
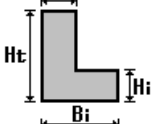
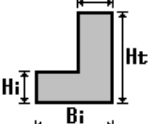
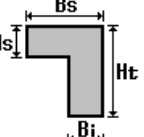
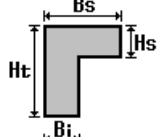
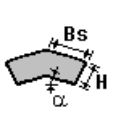
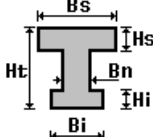
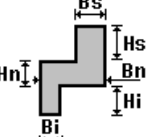
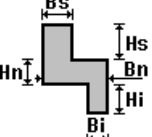
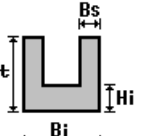
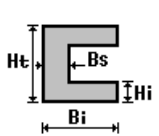
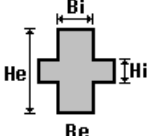
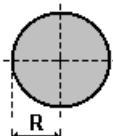
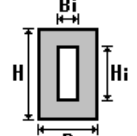
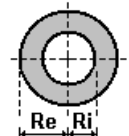
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

- 1 sezione di tipo generico
- 2 profilati semplici
- 3 profilati accoppiati e speciali

Le sezioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni sezione vengono riportati in tabella i seguenti dati:

Area	area della sezione
A V2	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 2)
A V3	area della sezione/fattore di taglio (per il taglio in direzione 3)
Jt	fattore torsionale di rigidezza
J2-2	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 2
J3-3	momento d'inerzia della sezione riferito all'asse 3
W2-2	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 2
W3-3	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
Wp2-2	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
Wp3-3	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 3

I dati soprariportati vengono utilizzati per la determinazione dei carichi inerziali e per la definizione delle rigidezze degli elementi strutturali; qualora il valore di Area V2 (e/o Area V3) sia nullo la deformabilità per taglio V2 (e/o V3) è trascurata. La valutazione delle caratteristiche inerziali delle sezioni è condotta nel riferimento 2-3 dell'elemento.

					
rettangolare	a T	a T rovescia	a T di colmo	a L	a L specchiata
					
a L specchiata rovescia	a L rovescia	a L di colmo	a doppio T	a quattro specchiata	a quattro
					
a U	a C	a croce	circolare	rettangolare cava	circolare cava

Per quanto concerne i profilati semplici ed accoppiati l'asse 2 del riferimento coincide con l'asse x riportato nei più diffusi profilati.

Per quanto concerne le sezioni di tipo generico (tipo 1.):

i valori dimensionali con prefisso B sono riferiti all'asse 2

i valori dimensionali con prefisso H sono riferiti all'asse 3

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E INERZIALI
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
95	ANALISI DI RESISTENZA AL FUOCO

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=30.00 h=30.00	900.00	750.00	750.00	1.139e+05	6.750e+04	6.750e+04	4500.00	4500.00	6750.00	6750.00
14	Rettangolare: b=30.00 h=40.00	1200.00	1000.00	1000.00	1.946e+05	9.000e+04	1.600e+05	6000.00	8000.00	9000.00	1.200e+04
15	Rettangolare: b=40.00 h=22.00	880.00	733.33	733.33	9.278e+04	1.173e+05	3.549e+04	5866.67	3226.67	8800.00	4840.00
21	Rettangolare: b=40.00 h=60.00	2400.00	2000.00	2000.00	7.424e+05	3.200e+05	7.200e+05	1.600e+04	2.400e+04	2.400e+04	3.600e+04

MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

LEGENDA TABELLA DATI NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

Ogni nodo è individuato dalle coordinate cartesiane nel sistema di riferimento globale (X Y Z).

Ad ogni nodo è eventualmente associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale, ed un set di sei molle (tre per le traslazioni, tre per le rotazioni). Le tabelle sottoriportate riflettono le succitate possibilità. In particolare per ogni nodo viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z

Per i nodi ai quali sia associato un codice di vincolamento rigido, un codice di fondazione speciale o un set di molle viene indicato in tabella:

Nodo	numero del nodo.
X	valore della coordinata X
Y	valore della coordinata Y
Z	valore della coordinata Z
Note	eventuale codice di vincolo (es. v=110010 sei valori relativi ai sei gradi di libertà previsti per il nodo TxTyTzRxRyRz, il valore 1 indica che lo spostamento o rotazione relativo è impedito, il valore 0 indica che lo spostamento o rotazione relativo è libero).
Note	(FS = 1, 2,...) eventuale codice del tipo di fondazione speciale (1, 2,... fanno riferimento alle tipologie: plinto, palo, plinto su pali,...) che è collegato al nodo. (ISO = "id SIGLA") indice e sigla identificativa dell' eventuale isolatore sismico assegnato al nodo
Rig. TX	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 14/01/08

TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	0.0	0.0	2	482.0	4.00e-04	0.0	3	1025.0	4.28e-04	0.0
4	0.0	330.0	340.0	5	482.0	330.0	340.0	6	0.0	330.0	0.0
7	482.0	330.0	0.0	8	1025.0	330.0	0.0	9	0.0	0.0	340.0
10	482.0	4.00e-04	340.0	11	1025.0	4.28e-04	340.0	12	1025.0	330.0	340.0

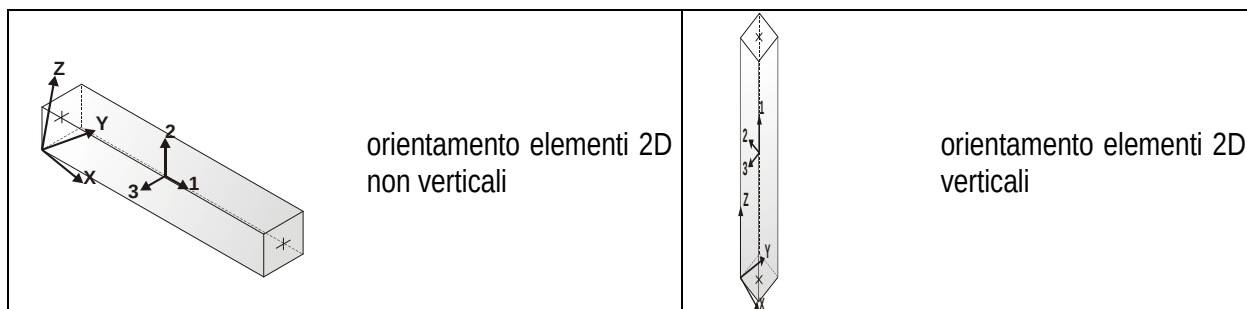
MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

TABELLA DATI TRAVI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi.

Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale.

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem.	numero dell'elemento
Note	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta tesa, asta compressa
Nodo I (J)	numero del nodo iniziale (finale)
Mat.	codice del materiale assegnato all'elemento
Sez.	codice della sezione assegnata all'elemento
Rotaz.	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default non sia adottabile; l'orientamento di default prevede per gli elementi non verticali l'asse 2 contenuto nel piano verticale e l'asse 3 orizzontale, per gli elementi verticali l'asse 2 diretto secondo X negativo e l'asse 3 diretto secondo Y negativo
Svincolo I (J)	codici di svincolo per le azioni interne; i primi sei codici si riferiscono al nodo iniziale, i restanti sei al nodo finale (il valore 1 indica che la relativa azione interna non è attiva)
Wink V	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
Wink O	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
2	TRAVI A UNA CAMPATA
3	TRAVE A PIU' CAMPATE
4	TRAVE A UNA CAMPATA SU TERRENO ALLA WINKLER
5	TRAVI SU TERRENO ALLA WINKLER CON CARICO TRASVERSALE
6	TELAII PIANI CON CERNIERE ALLA BASE
7	TELAII PIANI CON INCASTRI ALLA BASE
11	STRUTTURE SOGGETTE A VARIAZIONI TERMICHE
12	STRUTTURE SU TERRENO ALLA WINKLER SOTTOPOSTE A CARICHI DISTRIBUITI TRIANGOLARI
21	DRILLING
24	TENSIONI E ROTAZIONI RISPETTO ALLA CORDA DI ELEMENTI TRAVE
27	FRECCIA DI ELEMENTI TRAVE
41	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER TRAVI IN C.A.
42	GERARCHIA DELLE RESISTENZE PER PILASTRI IN C.A.
43	VERIFICA ALLE TA DI STRUTTURE IN C.A.
44	VERIFICA AGLI SLU DI STRUTTURE IN C.A.
46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN

	C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
51	FATTORE DI STRUTTURA
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
69	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
80	ANALISI PUSHOVER DI UN EDIFICIO IN C.A.
82	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
83	ANALISI ELASTO PLASTICA INCREMENTALE
89	VERIFICA ALLO SLU DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
90	VERIFICA ALLO SLE DI STRUTTURE IN LEGNO SECONDO EC5
93	SNELLEZZE EC5
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Trave f.	1	2	4	21				5.13	2.96
2	Trave f.	2	3	4	21				5.13	2.96
3	Trave	4	5	4	14					
4	Trave	9	4	4	14					
5	Trave f.	1	6	4	21				5.22	3.02
6	Trave f.	2	7	4	21				5.22	3.02
7	Trave f.	3	8	4	21				5.22	3.02
8	Trave	10	5	4	14					
9	Trave f.	6	7	4	21				5.13	2.96
10	Trave f.	7	8	4	21				5.13	2.96
11	Pilas.	1	9	4	14					

12	Pilas.	2	10	4	14
13	Pilas.	3	11	4	14
14	Trave	11	12	4	14
15	Trave	5	12	4	14
16	Pilas.	6	4	4	14
17	Pilas.	7	5	4	14
18	Pilas.	8	12	4	14
19	Trave	9	10	4	14
20	Trave	10	11	4	14

MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO

LEGENDA TABELLA DATI SOLAI

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio.

Ogni elemento solaio è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

L'elemento solaio è utilizzato in primo luogo per la modellazione dei carichi agenti sugli elementi strutturali. In secondo luogo può essere utilizzato per la corretta ripartizione delle forze orizzontali agenti nel proprio piano.

L'elemento balcone è derivato dall'elemento solaio.

I carichi agenti sugli elementi, raccolti in un archivio, sono direttamente assegnati agli elementi utilizzando le informazioni raccolte nell' archivio (es. i coefficienti combinatori). La tabella seguente riporta i dati utilizzati per la definizione dei carichi e delle masse.

Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Tipo	Tipo di carico <i>Variab.</i> Carico variabile generico <i>Var. rid.</i> Carico variabile generico con riduzione in funzione dell' area (c.5.5. ...) <i>Neve</i> Carico di neve
G1k	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
G2k	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
Qk	carico variabile
Fatt. A	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
S sis.	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
Psi 0	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore raro</i>
Psi 1	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore frequente</i>
Psi 2	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore quasi permanente</i>
Psi S 2	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <i>per la definizione delle masse sismiche</i>
Fatt. Fi	Coefficiente di correlazione dei carichi per edifici

Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione. In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

Elem	numero dell'elemento
Tipo	codice di comportamento S elemento utilizzato solo per scarico C elemento utilizzato per scarico e per modellazione piano rigido M scarico monodirezionale B scarico bidirezionale
Id.Arch.	Identificativo dell' archivio
Mat	codice del materiale assegnato all'elemento
Spessore	spessore dell'elemento (costante)
Orditura	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
Gk	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
Qk	carico variabile
Nodi	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale); nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto x/d e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio.

In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

Elem.	numero identificativo dell'elemento
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m);
Pos.	Ascissa del punto di verifica
F ist, F infi	Frecce istantanee e a tempo infinito
Momento	Momento flettente
Taglio	Sollecitazione di taglio
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup.	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
AfV	Area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
Beff	Base della sezione di cls per l'assorbimento del taglio
<i>simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili:</i>	
sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
sf max	Massima tensione nell'acciaio
tau max	Massima tensione tangenziale nel cls
<i>simboli utilizzati con il metodo degli stati limite:</i>	
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)
verif.	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni ultime proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Verif.V	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni taglianti proporzionali: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rFfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione f_{ck} in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni frequenti [normalizzato a 1]
rFyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione f_{yk} in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e

PRO_MST - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
14	ANALISI DEI CARICHI PER UN SOLAIO DI COPERTURA
15	EFFETTI DELLO SPESSORE SULLA RIGIDEZZA DEI SOLAI
16	SOLAIO: CONFRONTO FRA RIGIDO E DEFORMABILE
17	SOLAIO: MISTO LEGNO-CALCESTRUZZO
28	FRECCIA DI SOLAI IN C.A.
119	PROGETTO E VERIFICA DI SOLAI IN MATERIALE XLAM

ID Arch.	Tipo	G1k daN/cm2	G2k daN/cm2	Qk daN/cm2	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
1	Variab.	5.00e-02		4.80e-03		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
1	CM	1	10	11	12	5	
2	CM	1	9	10	5	4	

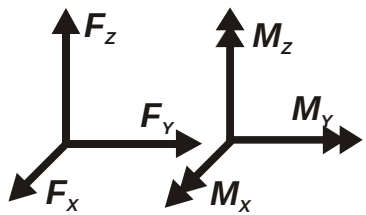
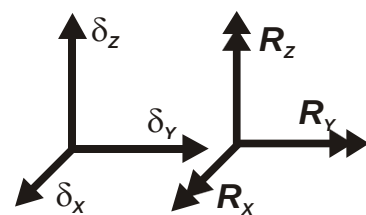
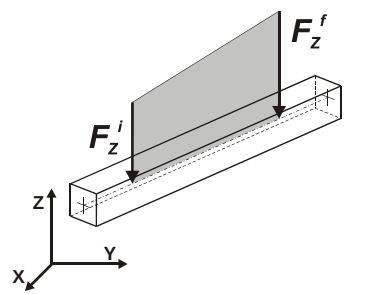
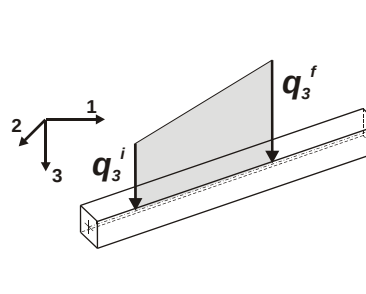
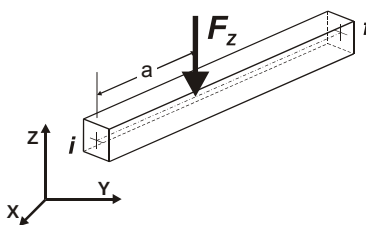
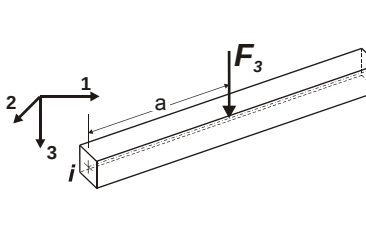
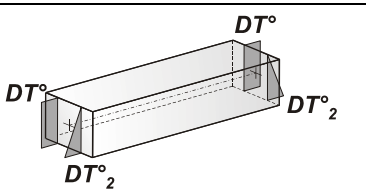
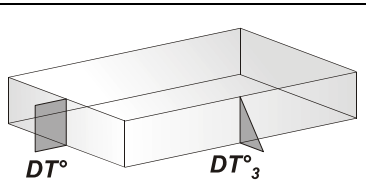
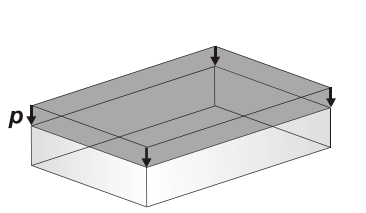
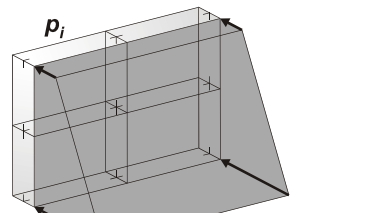
MODELLAZIONE DELLE AZIONI

LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

Il programma consente l'uso di diverse tipologie di carico (azioni). Le azioni utilizzate nella modellazione sono individuate da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni azione applicata alla struttura viene di riportato il codice, il tipo e la sigla identificativa. Le tabelle successive dettagliano i valori caratteristici di ogni azione in relazione al tipo. Le tabelle riportano infatti i seguenti dati in relazione al tipo:

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x , F_y , F_z , momento M_x , M_y , M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x , T_y , T_z , rotazione R_x , R_y , R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati (f_x , f_y , f_z , m_x , m_y , m_z , ascissa di inizio carico) 7 dati (f_x , f_y , f_z , m_x , m_y , m_z , ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati (f_1 , f_2 , f_3 , m_1 , m_2 , m_3 , ascissa di inizio carico) 7 dati (f_1 , f_2 , f_3 , m_1 , m_2 , m_3 , ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati (F_x , F_y , F_z , M_x , M_y , M_z , ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati (F_1 , F_2 , F_3 , M_1 , M_2 , M_3 , ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra

	2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

	Carico concentrato nodale		Spostamento impresso
	Carico distribuito globale		Carico distribuito locale
	Carico concentrato globale		Carico concentrato locale
	Carico termico 2D		Carico termico 3D
	Carico pressione uniforme		Carico pressione variabile

Tipo variazione termica applicata a trave

Id	Tipo	DT uniforme	DT iniziale	DT finale	DT 2-2 ini	DT 2-2 fin	DT 3-3 ini	DT 3-3 fin
4	T2:DT=15.00	15.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

LEGENDA TABELLA CASI DI CARICO

Il programma consente l'applicazione di diverse tipologie di casi di carico.

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

	<i>Sigla</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descrizione</i>
1	Ggk	A	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	NA	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	NA	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	A	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	A	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	SA	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	NA	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	SA	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	SA	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Pk	NA	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

Sono di tipo automatico A (ossia non prevedono introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico: 1-Ggk; 4-Gsk; 5-Qsk; 6-Qnk.

Sono di tipo semi-automatico SA (ossia prevedono una minima introduzione dati da parte dell'utente) i seguenti casi di carico:

7-Qtk, in quanto richiede solo il valore della variazione termica;

9-Esk e 10-Edk, in quanto richiedono il valore dell'angolo di ingresso del sisma e l'individuazione dei casi di carico partecipanti alla definizione delle masse.

Sono di tipo non automatico NA ossia prevedono la diretta applicazione di carichi generici agli elementi strutturali (si veda il precedente punto Modellazione delle Azioni) i restanti casi di carico.

Nella tabella successiva vengono riportati i casi di carico agenti sulla struttura, con l'indicazione dei dati relativi al caso di carico stesso:

Numero Tipo e Sigla identificativa, Valore di riferimento del caso di carico (se previsto).

In successione, per i casi di carico non automatici, viene riportato l'elenco di nodi ed elementi direttamente caricati con la sigla identificativa del carico.

Per i casi di carico di tipo sismico (9-Esk e 10-Edk), viene riportata la tabella di definizione delle masse: per ogni caso di carico partecipante alla definizione delle masse viene indicata la relativa aliquota (partecipazione) considerata. Si precisa che per i caso di carico 5-Qsk e 6-Qnk la partecipazione è prevista localmente per ogni elemento solaio o copertura presente nel modello (si confronti il valore Sksol nel capitolo relativo agli elementi solaio) e pertanto la loro partecipazione è di norma pari a uno.

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai)	
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura)
			partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture)
			partecipazione:1.00 per 3 CDC=Qsk (variabile solai)
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
11	Qk	CDC=Qk (variabile termico)	D2 :da 11 a 28 Azione : T2:DT=15.00

DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: *Numero, Tipo, Sigla identificativa*. Una seconda tabella riporta il *peso nella combinazione*, assunto per ogni caso di carico.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G1 \cdot G1 + \gamma G2 \cdot G2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q1 \cdot Qk1 + \gamma Q2 \cdot \psi 02 \cdot Qk2 + \gamma Q3 \cdot \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G1 + G2 + P + Qk1 + \psi 02 \cdot Qk2 + \psi 03 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 11 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \psi 23 \cdot Qk3 + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$G1 + G2 + P + \psi 21 \cdot Qk1 + \psi 22 \cdot Qk2 + \dots$$

Dove:

NTC 2008 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	$\psi 0$	$\psi 1$	$\psi 2$
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20

Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00
---------------------	------	------	------

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2008 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 33	
34	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 34	
35	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 35	
36	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 36	
37	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 37	
38	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 38	
39	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 39	
40	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 40	
41	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 41	
42	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 42	
43	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 43	
44	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 44	
45	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 45	
46	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 46	
47	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 47	
48	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 48	
49	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 49	
50	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 50	
51	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 51	
52	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 52	
53	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 53	
54	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 54	
55	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 55	
56	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 56	
57	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 57	
58	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 58	
59	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 59	
60	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 60	
61	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 61	
62	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 62	
63	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 63	
64	SLD(sis)	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 64	
65	SLU(acc.)	Comb. SLU (Accid.) 65	
66	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 66	
67	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 67	
68	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 68	

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
69	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 69	
70	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 70	
71	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 71	
72	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 72	
73	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 73	
74	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 74	
75	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 75	
76	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 76	
77	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 77	
78	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 78	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.90			
2	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90			
3	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.90			
4	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90			
5	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.90			
6	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90			
7	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.90			
8	1.00	1.00	1.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.90			
9	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.50			
10	1.30	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50			
11	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.50			
12	1.30	1.30	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50			
13	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.50			
14	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50			
15	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.50			
16	1.00	1.00	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.50			
17	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
18	1.00	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
19	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
20	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
21	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
22	1.00	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
23	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
24	1.00	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
25	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
26	1.00	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
27	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
28	1.00	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
29	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
30	1.00	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
31	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
32	1.00	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
33	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0			
34	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0	0.0			
35	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0			
36	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0			
37	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0			
38	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30	0.0			
39	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0			
40	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0			
41	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0	0.0			
42	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0	0.0			
43	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0	0.0			
44	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0	0.0			
45	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0			
46	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0			
47	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0			
48	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0			
49	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0			
50	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0	0.0			
51	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0	0.0			
52	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0	0.0			
53	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0	0.0			
54	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0	0.0			
55	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0	0.0			
56	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0	0.0			

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
57	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0			
58	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00	0.0			
59	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00	0.0			
60	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00	0.0			
61	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0			
62	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0			
63	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0			
64	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0			
65	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
66	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60			
67	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60			
68	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.60			
69	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.60			
70	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00			
71	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00			
72	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.00			
73	1.00	1.00	0.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00			
74	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
75	1.00	1.00	0.20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
76	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.50			
77	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.50			
78	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			

AZIONE SISMICA

VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: 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;

Parametri della struttura					
Classe d'uso	Vita V_n [anni]	Coeff. Uso	Periodo V_r [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	50.0	1.0	50.0	B	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_s \cdot S_t$ (3.2.5)

Fo è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

Fv è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

Tb è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

Tc è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

Td è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	12.447	37.797	
46714	12.419	37.780	3.093
46715	12.482	37.780	3.598
46493	12.481	37.830	4.716
46492	12.418	37.830	4.452

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	81.0	30.0	0.014	2.530	0.140
SLD	63.0	50.0	0.019	2.530	0.150
SLV	10.0	475.0	0.049	2.470	0.310
SLC	5.0	975.0	0.062	2.550	0.340

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.014	1.200	2.530	0.400	0.076	0.228	1.655
SLD	0.019	1.200	2.530	0.466	0.080	0.241	1.674
SLV	0.049	1.200	2.470	0.737	0.144	0.431	1.795
SLC	0.062	1.200	2.550	0.855	0.155	0.464	1.847

RISULTATI ANALISI SISMICHE

LEGENDA TABELLA ANALISI SISMICHE

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

- | | |
|---------|--|
| 9. Esk | caso di carico sismico con analisi statica equivalente |
| 10. Edk | caso di carico sismico con analisi dinamica |

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore di struttura q	Fattore dipendente dalla tipologia strutturale
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore di riduzione SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell' ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sottoriportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) analisi sismica statica equivalente:
 - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2

- azione sismica complessiva
- b) analisi sismica dinamica con spettro di risposta:
 - quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/L_s (per strutture a nucleo) , indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
 - frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
 - massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione ϵ_T (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità $1000 \cdot \epsilon_T/h$ da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione ϵ_T , ϵ_P e ϵ_D degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità $1000 \cdot \epsilon_T/h$ da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo l' allegato 10.A dell'Ordinanza 3274 e smi. In particolare la tabella, per ogni combinazione SLU (SLC per il DM 14-01-2008) sismica riporta il codice di verifica e i valori utilizzati per la verifica: spostamento d_E , area ridotta e dimensione A_2 , azione verticale, deformazioni di taglio dell' elastomero e tensioni nell' acciaio.

Nodo	Nodo di appoggio dell' isolatore
Cmb	Combinazione oggetto della verifica
Verif.	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
d_E	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
Ang fi	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta A_r (per dispositivi circolari)
V	Azione verticale agente
A_r	Area ridotta efficace
Dim A_2	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
Sig s	Tensione nell' inserto in acciaio
Gam c(a,s,t)	Deformazioni di taglio dell' elastomero
Vcr	Carico critico per instabilità

Affinchè la verifica sia positiva deve essere:

- 1) $V > 0$
- 2) $\text{Sig } s < f_{yk}$
- 3) $\text{Gam } t < 5$
- 4) $\text{Gam } s < \text{Gam} \cdot (\text{caratteristica dell' elastomero})$

- 5) $G_{ms} < 2$
 6) $V < 0.5 V_{cr}$

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
23	DM 2008: SPETTRO
29	SISMICA 1000/H, SOMMA V, EFFETTO P- δ
30	ANALISI DI UN EDIFICIO CON ISOLATORI SISMICI
65	MASSE SISMICHE
70	PROGETTO DI ISOLATORI ELASTOMERICI
71	VERIFICA DI ISOLATORI ELASTOMERICI
72	VERIFICA DI ISOLATORI FRICTION PENDULUM

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) $\alpha=0.0$ (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito $S = 1.200$
			ordinata spettro (tratto T_b-T_c) = 0.044 g
			angolo di ingresso: 0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T_1 : 0.162 sec.
			fattore di struttura q : 3.300
			fattore per spost. μ : 7.111
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	0.0	-16.50	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
1	4.696	0.213	0.044	0.27	9.19e-04	2.850e+04	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5.904	0.169	0.044	9254.26	31.8	21.10	7.25e-02	0.08	2.84e-04	0.0	0.0
3	6.165	0.162	0.044	1.949e+04	67.0	6.46	2.22e-02	0.21	7.32e-04	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.054	255.31	0.9	3.51e-05	0.0	4465.17	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.054	64.20	0.2	4.64e-05	0.0	2.291e+04	78.8	0.0	0.0
6	21.992	0.045	0.054	4.07e-04	1.40e-06	531.08	1.8	4.78e-03	1.64e-05	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.054	32.87	0.1	8.07e-04	2.78e-06	1712.60	5.9	0.0	0.0
8	22.982	0.044	0.054	0.01	4.72e-05	9.04	3.11e-02	5.14e-03	1.77e-05	0.0	0.0
9	25.463	0.039	0.055	2.54e-04	0.0	22.75	7.82e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	41.936	0.024	0.056	1.59e-04	0.0	0.69	2.38e-03	2.73e-04	0.0	0.0	0.0
11	87.377	0.011	0.058	3.56e-03	1.22e-05	2.75e-04	0.0	0.10	3.31e-04	0.0	0.0
12	88.029	0.011	0.058	5.18e-03	1.78e-05	2.69e-04	0.0	6.72e-03	2.31e-05	0.0	0.0
13	105.992	0.009	0.058	1.21e-04	0.0	1.54e-03	5.30e-06	4.58e-03	1.57e-05	0.0	0.0
14	120.337	0.008	0.058	5.36e-04	1.84e-06	1.59e-05	0.0	8.03e-06	0.0	0.0	0.0
15	131.684	0.008	0.058	3.18e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	134.718	0.007	0.058	9.04e-04	3.11e-06	1.67e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.044 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.162 sec.
			fattore di struttura q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 7.111
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	0.0	16.50	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	4.696	0.213	0.044	0.27	9.19e-04	2.850e+04	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5.904	0.169	0.044	9254.24	31.8	21.11	7.25e-02	0.08	2.84e-04	0.0	0.0
3	6.165	0.162	0.044	1.949e+04	67.0	6.46	2.22e-02	0.21	7.32e-04	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.054	255.31	0.9	3.51e-05	0.0	4465.17	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.054	64.20	0.2	4.64e-05	0.0	2.291e+04	78.8	0.0	0.0
6	21.992	0.045	0.054	4.08e-04	1.40e-06	531.08	1.8	4.73e-03	1.63e-05	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.054	32.87	0.1	7.99e-04	2.75e-06	1712.60	5.9	0.0	0.0
8	22.982	0.044	0.054	0.01	4.72e-05	9.04	3.11e-02	5.18e-03	1.78e-05	0.0	0.0
9	25.463	0.039	0.055	2.54e-04	0.0	22.75	7.82e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	41.936	0.024	0.056	1.59e-04	0.0	0.69	2.38e-03	2.73e-04	0.0	0.0	0.0
11	87.377	0.011	0.058	3.56e-03	1.22e-05	2.75e-04	0.0	0.10	3.31e-04	0.0	0.0
12	88.029	0.011	0.058	5.18e-03	1.78e-05	2.69e-04	0.0	6.72e-03	2.31e-05	0.0	0.0
13	105.992	0.009	0.058	1.21e-04	0.0	1.54e-03	5.30e-06	4.58e-03	1.57e-05	0.0	0.0
14	120.337	0.008	0.058	5.36e-04	1.84e-06	1.59e-05	0.0	8.03e-06	0.0	0.0	0.0
15	131.684	0.008	0.058	3.18e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
16	134.718	0.007	0.058	9.04e-04	3.11e-06	1.67e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.044 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.215 sec.
			fattore di struttura q: 3.300
			fattore per spost. mu d: 5.619
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	-51.25	0.0	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	4.659	0.215	0.044	0.0	0.0	2.790e+04	95.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.082	0.164	0.044	2.874e+04	98.8	0.0	0.0	0.29	1.01e-03	0.0	0.0
3	6.099	0.164	0.044	0.0	0.0	627.00	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.054	255.27	0.9	0.0	0.0	4464.05	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.054	64.17	0.2	0.0	0.0	2.292e+04	78.8	0.0	0.0
6	22.001	0.045	0.054	0.0	0.0	534.52	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.054	32.86	0.1	0.0	0.0	1712.67	5.9	0.0	0.0
8	22.978	0.044	0.054	0.0	0.0	6.46	2.22e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
9	25.463	0.039	0.055	0.0	0.0	22.40	7.70e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	41.904	0.024	0.056	0.0	0.0	0.77	2.66e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
11	87.811	0.011	0.058	0.0	0.0	1.31e-03	4.52e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
12	88.265	0.011	0.058	1.65e-03	5.66e-06	0.0	0.0	0.11	3.70e-04	0.0	0.0
13	104.412	0.010	0.058	0.0	0.0	2.03e-03	6.97e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
14	123.688	0.008	0.058	0.0	0.0	3.25e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	130.186	0.008	0.058	1.04e-03	3.58e-06	0.0	0.0	5.43e-06	0.0	0.0	0.0
16	130.939	0.008	0.058	3.47e-04	1.19e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g
			angolo di ingresso:0.0

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.162 sec.
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	0.0	-16.50	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	4.696	0.213	0.058	0.27	9.19e-04	2.850e+04	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5.904	0.169	0.058	9254.26	31.8	21.10	7.25e-02	0.08	2.84e-04	0.0	0.0
3	6.165	0.162	0.058	1.949e+04	67.0	6.46	2.22e-02	0.21	7.32e-04	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.044	255.31	0.9	3.51e-05	0.0	4465.17	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.044	64.20	0.2	4.64e-05	0.0	2.291e+04	78.8	0.0	0.0
6	21.992	0.045	0.043	4.07e-04	1.40e-06	531.08	1.8	4.78e-03	1.64e-05	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.042	32.87	0.1	8.07e-04	2.78e-06	1712.60	5.9	0.0	0.0
8	22.982	0.044	0.042	0.01	4.72e-05	9.04	3.11e-02	5.14e-03	1.77e-05	0.0	0.0
9	25.463	0.039	0.040	2.54e-04	0.0	22.75	7.82e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	41.936	0.024	0.033	1.59e-04	0.0	0.69	2.38e-03	2.73e-04	0.0	0.0	0.0
11	87.377	0.011	0.028	3.56e-03	1.22e-05	2.75e-04	0.0	0.10	3.31e-04	0.0	0.0
12	88.029	0.011	0.028	5.18e-03	1.78e-05	2.69e-04	0.0	6.72e-03	2.31e-05	0.0	0.0
13	105.992	0.009	0.027	1.21e-04	0.0	1.54e-03	5.30e-06	4.58e-03	1.57e-05	0.0	0.0
14	120.337	0.008	0.026	5.36e-04	1.84e-06	1.59e-05	0.0	8.03e-06	0.0	0.0	0.0
15	131.684	0.008	0.026	3.18e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	134.718	0.007	0.026	9.04e-04	3.11e-06	1.67e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.162 sec.
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	0.0	16.50	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	4.696	0.213	0.058	0.27	9.19e-04	2.850e+04	98.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5.904	0.169	0.058	9254.24	31.8	21.11	7.25e-02	0.08	2.84e-04	0.0	0.0
3	6.165	0.162	0.058	1.949e+04	67.0	6.46	2.22e-02	0.21	7.32e-04	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.044	255.31	0.9	3.51e-05	0.0	4465.17	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.044	64.20	0.2	4.64e-05	0.0	2.291e+04	78.8	0.0	0.0
6	21.992	0.045	0.043	4.08e-04	1.40e-06	531.08	1.8	4.73e-03	1.63e-05	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.042	32.87	0.1	7.99e-04	2.75e-06	1712.60	5.9	0.0	0.0
8	22.982	0.044	0.042	0.01	4.72e-05	9.04	3.11e-02	5.18e-03	1.78e-05	0.0	0.0
9	25.463	0.039	0.040	2.54e-04	0.0	22.75	7.82e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	41.936	0.024	0.033	1.59e-04	0.0	0.69	2.38e-03	2.73e-04	0.0	0.0	0.0
11	87.377	0.011	0.028	3.56e-03	1.22e-05	2.75e-04	0.0	0.10	3.31e-04	0.0	0.0
12	88.029	0.011	0.028	5.18e-03	1.78e-05	2.69e-04	0.0	6.72e-03	2.31e-05	0.0	0.0
13	105.992	0.009	0.027	1.21e-04	0.0	1.54e-03	5.30e-06	4.58e-03	1.57e-05	0.0	0.0
14	120.337	0.008	0.026	5.36e-04	1.84e-06	1.59e-05	0.0	8.03e-06	0.0	0.0	0.0
15	131.684	0.008	0.026	3.18e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	134.718	0.007	0.026	9.04e-04	3.11e-06	1.67e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.216 sec.
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	51.25	0.0	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	4.627	0.216	0.058	0.0	0.0	2.736e+04	94.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.082	0.164	0.058	2.874e+04	98.8	5.92e-06	0.0	0.29	1.01e-03	0.0	0.0
3	6.087	0.164	0.058	1.52e-04	0.0	1168.03	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.044	255.27	0.9	0.0	0.0	4464.05	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.044	64.17	0.2	0.0	0.0	2.292e+04	78.8	0.0	0.0
6	21.988	0.045	0.043	0.0	0.0	528.25	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.042	32.86	0.1	0.0	0.0	1712.67	5.9	0.0	0.0
8	22.989	0.043	0.042	0.0	0.0	12.05	4.14e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
9	25.464	0.039	0.040	0.0	0.0	23.10	7.94e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	42.487	0.024	0.033	0.0	0.0	0.74	2.54e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
11	87.911	0.011	0.028	0.0	0.0	3.54e-03	1.22e-05	0.0	0.0	0.0	0.0
12	88.263	0.011	0.028	1.65e-03	5.65e-06	0.0	0.0	0.11	3.70e-04	0.0	0.0
13	104.745	0.010	0.027	0.0	0.0	2.53e-03	8.69e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
14	123.658	0.008	0.026	0.0	0.0	7.32e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	129.417	0.008	0.026	5.45e-04	1.87e-06	0.0	0.0	2.34e-05	0.0	0.0	0.0
16	131.102	0.008	0.026	8.53e-04	2.93e-06	0.0	0.0	6.28e-06	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
			categoria suolo: B
			fattore di sito S = 1.200
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.058 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.215 sec.
			numero di modi considerati: 16
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	rapp. r/Ls	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
cm	daN	cm	cm	cm	cm	cm	cm			
340.00	2.909e+04	510.39	165.00	-51.25	0.0	502.33	165.00	1.141	0.017	0.0
Risulta	2.909e+04									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	daN		daN		daN			
1	4.659	0.215	0.058	0.0	0.0	2.790e+04	95.9	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6.082	0.164	0.058	2.874e+04	98.8	0.0	0.0	0.29	1.01e-03	0.0	0.0
3	6.099	0.164	0.058	0.0	0.0	627.00	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0
4	20.111	0.050	0.044	255.27	0.9	0.0	0.0	4464.05	15.3	0.0	0.0
5	20.980	0.048	0.044	64.17	0.2	0.0	0.0	2.292e+04	78.8	0.0	0.0
6	22.001	0.045	0.043	0.0	0.0	534.52	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0
7	22.460	0.045	0.042	32.86	0.1	0.0	0.0	1712.67	5.9	0.0	0.0
8	22.978	0.044	0.042	0.0	0.0	6.46	2.22e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
9	25.463	0.039	0.040	0.0	0.0	22.40	7.70e-02	0.0	0.0	0.0	0.0
10	41.904	0.024	0.033	0.0	0.0	0.77	2.66e-03	0.0	0.0	0.0	0.0
11	87.811	0.011	0.028	0.0	0.0	1.31e-03	4.52e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
12	88.265	0.011	0.028	1.65e-03	5.66e-06	0.0	0.0	0.11	3.70e-04	0.0	0.0
13	104.412	0.010	0.027	0.0	0.0	2.03e-03	6.97e-06	0.0	0.0	0.0	0.0
14	123.688	0.008	0.026	0.0	0.0	3.25e-05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	130.186	0.008	0.026	1.04e-03	3.58e-06	0.0	0.0	5.43e-06	0.0	0.0	0.0
16	130.939	0.008	0.026	3.47e-04	1.19e-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Risulta				2.909e+04		2.909e+04		2.909e+04			
In percentuale				100.00		100.00		100.00			

Cmb	Pilas. 1000 etaT/h		etaT cm	inter. h cm	Pilas. 1000 etaT/h		etaT cm	inter. h cm	Pilas. 1000 etaT/h		etaT cm	inter. h cm
33	11	0.11	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.13	0.05	340.0
	16	0.10	0.03	340.0	17	0.10	0.03	340.0	18	0.12	0.04	340.0
34	11	0.12	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.08	0.03	340.0
	16	0.13	0.05	340.0	17	0.12	0.04	340.0	18	0.09	0.03	340.0
35	11	0.11	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.11	0.04	340.0
	16	0.11	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.12	0.04	340.0
36	11	0.09	0.03	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.15	0.05	340.0
	16	0.08	0.03	340.0	17	0.10	0.04	340.0	18	0.15	0.05	340.0
37	11	0.10	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.11	0.04	340.0

	16	0.11	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.11	0.04	340.0
38	11	0.14	0.05	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.08	0.03	340.0
	16	0.14	0.05	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.08	0.03	340.0
39	11	0.13	0.05	340.0	12	0.12	0.04	340.0	13	0.12	0.04	340.0
	16	0.12	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.11	0.04	340.0
40	11	0.08	0.03	340.0	12	0.10	0.04	340.0	13	0.13	0.04	340.0
	16	0.09	0.03	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.14	0.05	340.0
41	11	0.13	0.05	340.0	12	0.12	0.04	340.0	13	0.09	0.03	340.0
	16	0.12	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.08	0.03	340.0
42	11	0.10	0.03	340.0	12	0.10	0.03	340.0	13	0.12	0.04	340.0
	16	0.11	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.13	0.05	340.0
43	11	0.08	0.03	340.0	12	0.10	0.04	340.0	13	0.15	0.05	340.0
	16	0.09	0.03	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.15	0.05	340.0
44	11	0.11	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.12	0.04	340.0
	16	0.11	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.11	0.04	340.0
45	11	0.14	0.05	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.08	0.03	340.0
	16	0.14	0.05	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.08	0.03	340.0
46	11	0.11	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.11	0.04	340.0
	16	0.10	0.04	340.0	17	0.11	0.04	340.0	18	0.11	0.04	340.0
47	11	0.09	0.03	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.14	0.05	340.0
	16	0.08	0.03	340.0	17	0.10	0.04	340.0	18	0.13	0.04	340.0
48	11	0.12	0.04	340.0	12	0.11	0.04	340.0	13	0.11	0.04	340.0
	16	0.13	0.05	340.0	17	0.12	0.04	340.0	18	0.12	0.04	340.0
49	11	0.13	0.05	340.0	12	0.18	0.06	340.0	13	0.23	0.08	340.0
	16	0.11	0.04	340.0	17	0.16	0.06	340.0	18	0.21	0.07	340.0
50	11	0.13	0.05	340.0	12	0.16	0.06	340.0	13	0.19	0.07	340.0
	16	0.15	0.05	340.0	17	0.18	0.06	340.0	18	0.21	0.07	340.0
51	11	0.15	0.05	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.20	0.07	340.0
	16	0.14	0.05	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.20	0.07	340.0
52	11	0.12	0.04	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.22	0.07	340.0
	16	0.12	0.04	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.22	0.08	340.0
53	11	0.15	0.05	340.0	12	0.18	0.06	340.0	13	0.21	0.07	340.0
	16	0.13	0.05	340.0	17	0.16	0.06	340.0	18	0.19	0.07	340.0
54	11	0.11	0.04	340.0	12	0.16	0.06	340.0	13	0.21	0.07	340.0
	16	0.13	0.05	340.0	17	0.18	0.06	340.0	18	0.23	0.08	340.0
55	11	0.12	0.04	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.22	0.08	340.0
	16	0.12	0.04	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.22	0.07	340.0
56	11	0.14	0.05	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.20	0.07	340.0
	16	0.15	0.05	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.20	0.07	340.0
57	11	0.19	0.07	340.0	12	0.18	0.06	340.0	13	0.16	0.05	340.0
	16	0.19	0.06	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.15	0.05	340.0
58	11	0.21	0.07	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.13	0.04	340.0
	16	0.21	0.07	340.0	17	0.18	0.06	340.0	18	0.14	0.05	340.0
59	11	0.22	0.07	340.0	12	0.18	0.06	340.0	13	0.14	0.05	340.0
	16	0.20	0.07	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.12	0.04	340.0
60	11	0.18	0.06	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.14	0.05	340.0
	16	0.20	0.07	340.0	17	0.18	0.06	340.0	18	0.16	0.05	340.0
61	11	0.21	0.07	340.0	12	0.18	0.06	340.0	13	0.14	0.05	340.0
	16	0.21	0.07	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.13	0.04	340.0
62	11	0.19	0.06	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.15	0.05	340.0
	16	0.19	0.07	340.0	17	0.18	0.06	340.0	18	0.16	0.05	340.0
63	11	0.20	0.07	340.0	12	0.18	0.06	340.0	13	0.16	0.05	340.0
	16	0.18	0.06	340.0	17	0.17	0.06	340.0	18	0.14	0.05	340.0
64	11	0.20	0.07	340.0	12	0.17	0.06	340.0	13	0.12	0.04	340.0
	16	0.22	0.07	340.0	17	0.18	0.06	340.0	18	0.14	0.05	340.0

Cmb 1000 etaT/h
0.23

VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

LEGENDA TABELLA VERIFICHE PER ELEMENTI IN ACCIAIO

Il programma consente la verifica dei seguenti tipi di elementi:

1. aste 2. travi 3. pilastri

L'esito delle verifiche è espresso con un codice come di seguito indicato

Ok: verifica con esito positivo

NV: verifica con esito negativo

Nr: verifica non richiesta.

Per comodità gli elementi vengono raggruppati in tabelle in relazione al tipo.

Ai fini delle verifiche (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617) i tipi elementi differiscono per i seguenti aspetti:

Verifica	Aste	Travi	Pilastri
4.2.3.1 Classificazione	X	X	X
4.2.4.1.2 Trazione, Compressione	X	X	X
Taglio, Torsione		X	X
Flessione, taglio e forza assiale		X	X
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	X	X	X
4.2.4.1.3.2 Instabilità flesso-torsionale		X	X
4.2.4.1.3.3 Membrature inflesse e compresse		X	X

Ai fini delle verifiche per strutture dissipative (come da D.M. 14 Gennaio 2008 e circ. 2 Febbraio 2009 n.617 per strutture intelaiate e a controventi concentrici) si considerano le verifiche del capitolo 4 con azioni amplificate e le verifiche del capitolo 7:

Verifica	Travi	Pilastri
4.2.4.1.2 Trazione, Compressione	X	X
Taglio, Torsione		X
Flessione, taglio e forza assiale	X	X
4.2.4.1.3.1 Aste compresse	X	X
4.2.4.1.3.2 Instabilità flesso-torsionale		X
7.5.3 Sfruttamento per momento	X	
7.5.4 Sfruttamento per sforzo normale	X	
7.5.5 Sfruttamento per taglio da capacità flessionale	X	
7.5.9 Sfruttamento per taglio amplificato		X

Viene inoltre riportata la verifica del par. 7.5.4.3 Gerarchia delle resistenze trave-colonna per ogni colonna, considerando piede e testa in entrambe le direzioni globali X e Y.

L'insieme delle verifiche soprariportate è condotto sugli elementi purchè dotati di sezione idonea come da tabella seguente:

Azione	SEZIONI GENERICHE	PROFILI SEMPLICI	PROFILI ACCOPPIATI
4.2.3.1 Classificazione automatica	L, doppio T, C, rettangolare cava,	Tutti	Da profilo semplice

		circolare cava		
4.2.3.1	Classificazione di default 2	Circolare		
4.2.3.1	Classificazione di default 3	restanti		
4.2.4.1.2	Trazione	si	si	si
4.2.4.1.2	Compressione	si	si	si
4.2.4.1.2	Taglio, Torsione	si	si	si
4.2.4.1.2	Flessione, taglio e forza assiale	si	si	si
4.2.4.1.3.1	Aste compresse	si	si	per elementi ravvicinati e a croce o coppie calstrellate
4.2.4.1.3.2	Travi inflesse	doppio T simmetrica	doppio T	no

Le verifiche sono riportate in tabelle con il significato sottoindicato; le verifiche sono espresse dal rapporto tra l'azione di progetto e la capacità ultima, pertanto la verifica ha esito positivo per rapporti non superiori all'unità.

Asta	Trave	Pilastro	numero dell'elemento			
Stato			codice di verifica per resistenza, stabilità, svergolamento			
Note			sezione e materiali adottati per l'elemento			
V N			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per punto (4.2.6) e (4.2.10)			
V V/T			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni taglio-torsione			
V N/M			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.2 per azioni composte con riduzione per taglio (4.2.41) ove richiesto			
N	M3	M2	V2	V3	T	sollecitazioni di interesse per la verifica
V stab			(ASTE) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.42)			
V stab			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punti (C4.2.32) o (C4.2.36) (membrature inflesse e compresse senza/con presenza di instabilità flesso-torsionale			
BetaxL		B22xL	B33xL	lunghezze libere di inflessione (se indicato riferiti al piano di normale 22 o 33 rispettivamente)		
Snellezza			snellezza massima			
Classe			classe del profilo			
Chi mn			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità pertinente			
Rif. cmb			combinazioni in cui si sono rispettivamente attinti i valori di verifica più elevati			
V flst			(TRAVI E PILASTRI) verifica come da par. 4.2.4.1.3 per punto (4.2.29)			
B1-1 x L			Beta1-1 x L: interasse tra i ritegni torsionali			
Chi LT			coefficiente di riduzione (della capacità) per la modalità di instabilità flesso-torsionale			
Snell adim			Valore della snellezza adimensionale, utilizzato per il controllo previsto al par. 7.5.5			
v.Omeg			Valore del rapporto capacità/domanda per l' azione di interesse (momento per travi e azione assiale per aste) utilizzato per l' amplificazione delle azioni			
f.Om. N			Fattore di amplificazione delle azioni assiali per travi e colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.5			
f.Om. T			Fattore di amplificazione delle azioni (assiali, flettenti e taglianti) per colonne (prodotto di 1.1 x Omega x gamma rd materiale); utilizzato come specificato al par. 7.5.4			
V.7.5.3 M Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.3 e valore dell' azione flettente			
V.7.5.4 N Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.4 e valore dell' azione assiale			
V.7.5.5 V Ed,G V Ed,M			Verifica come prevista al punto 7.5.5 e valore dei tagli dovuti ai carichi e alla capacità			
V.7.5.9 V Ed			Verifica come prevista al punto 7.5.9 e valore dell' azione di taglio			
sovr. Xi (Xf, Yi, Yf)			Valore della sovrarresistenza come prevista al par. 7.5.4.3 (i valori non sono normalizzati pertanto saranno maggiori uguali a gamma rd classe di duttilità)			

Con riferimento al **Documento di Affidabilità** “*Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST*” - versione Maggio 2011, disponibile per il download sul sito **www.2si.it**, si segnalano i seguenti esempi applicativi:

Test N°	Titolo
55	VERIFICA DI STABILITA' DI ASTE COMPRESSE IN ACCIAIO – METODO OMEGA
56	LUCE LIBERA DI TRAVI E ASTE IN ACCIAIO
57	LUCE LIBERA DI COLONNE IN ACCIAIO
58	SVERGOLAMENTO DI TRAVI IN ACCIAIO
63	STABILITA' DI ASTE COMPOSTE IN ACCIAIO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
69	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D

VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

LEGENDA TABELLA VERIFICHE ELEMENTI TRAVE C.A.

In tabella vengono riportati per ogni elemento il numero dello stesso ed il codice di verifica.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima compressione media nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale) con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto x/d , le verifiche per sollecitazioni proporzionali e la verifica per compressione media con l'indicazione delle combinazioni in cui si sono attinti i rispettivi valori.

Per gli elementi tipo pilastro sono riportati numero e diametro dei ferri di vertice, numero e diametro di ferri disposti lungo i lati L1 (paralleli alla base della sezione) e lungo i lati L2 (paralleli all'altezza della sezione).

Per gli elementi tipo trave sono riportati infine le quantità di armatura inferiore e superiore.

In particolare i simboli utilizzati con il metodo delle tensioni ammissibili assumono il seguente significato:

M_P X Y	Numero della pilastrata e posizione in pianta
M_T Z P P	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
Pilas. o Trave	numero identificativo dell'elemento
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Quota	Ascissa del punto di verifica
%Af	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
Armat. long.	Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (vedi seguente figura)
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
Sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
Sc med	Massima tensione media di compressione del calcestruzzo
Sf max	Tensione massima nell'acciaio
staffe	Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto
Tau max	Tensione massima tangenziale nel cls
Rif. comb	Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max
AfV	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
AfT	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione
Scorr. P	Scorrimento dei piegati
Af long.	Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione

Mentre i simboli utilizzati con il metodo degli stati limite assumono il seguente significato:

r. snell.	Rapporto λ su λ^* : valore superiore a 1 per elementi snelli, caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio
Verifica(verif.)	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni ultime proporzionali o a sforzo normale costante: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
ver.sis	rapporto N_d/N_u con N_u calcolato come al punto 7.4.4.2.2.1; valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
ver.V/T	rapporto S_d/S_u con sollecitazioni taglianti e torcenti proporzionali valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile alla rottura della sezione (per sola flessione)

Per gli elementi progettati secondo il criterio della gerarchia delle resistenze (pilastri e travi) si riporta una ulteriore tabella di seguito descritta:

M negativo i	Valore del momento resistente negativo (positivo) all' estremità iniziale i (finale f) della trave
V M-i M+f	Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f (positivo i e negativo f)
V totale	Massimo valore assoluto ottenuto per combinazione del taglio isostatico e dei tagli concomitanti (p.to 7.4.4.1.1.)
Verif. V	Rapporto tra il taglio massimo e V_{r1} (p.to 7.4.4.1.2.2);
Sovr. 2-2 i	Sovreresistenza del pilastro (come da formula 7.4.4). Rapporto tra i momenti resistenti delle travi e dei pilastri. Il valore del fattore rispettivamente per il momento 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro deve essere maggiore del γ_{Rd} adottato
M 2-2 i	Valore del momento resistente rispettivamente per 2-2 (3-3) alla base i ed alla sommità f del pilastro (massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo)
Luce per V	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)
V M2-2	Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)

Per i nodi trave-pilastro viene riportata la seguente tabella relativa al calcolo delle armature di confinamento e alla verifica di resistenza del nodo (richiesta solo per strutture in classe di duttilità alta); le caselle vuote indicano parametri non riportati in quanto non necessari.

Stato	Esito della verifica (come da formula 7.4.8) per resistenza a compressione del nodo (solo CDA)
I 7.4.29	Passo delle staffe di confinamento come richiesto dalla formula 7.4.29
Bj2(3)	Dimensione del nodo per il taglio in direzione 2 (3)
Hjc2(2)	Distanza tra le giaciture di armatura del pilastro per il taglio in direzione 2 (3)
V. 7.4.8	Rapporto tra il taglio V_{jbd} e il taglio resistente come da formula 7.4.8 (solo CDA)
I 7.4.10	Passo delle staffe valutato in funzione della formula 7.4.10 (solo CDA)

46	VERIFICA A PUNZONAMENTO ALLO SLU DI TRAVI IN C.A.
47	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 9/1/96
48	PROGETTAZIONE A TAGLIO DI STRUTTURE IN C.A. SECONDO IL D.M. 14/1/2008
49	VERIFICA ALLO SLE (TENSIONI E FESSURAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
50	VERIFICA ALLO SLE (DEFORMAZIONE) DI STRUTTURE IN C.A.
52	SOVRARESISTENZE
53	DETTAGLI COSTRUTTIVI C.A.: LIMITI D'ARMATURA PILASTRI E NODI TRAVE-PILASTRO
68	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU PILASTRATA
69	VALUTAZIONE EFFETTO P- δ SU TELAIO 3D
120	PROGETTO E VERIFICA DI TRAVI PREM

					M_P= 1	X=0.0	Y=0.0					
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	verif.	ver.sis	Staffe	v V/T cls	v V/T acc	Rif. cmb
			cm						L=cm			
11s=14,m=4	ok,ok		0.0	1.28	0.39	4d14 2+4 d14	0.09	0.03	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	9,32,21,21
			170.0	1.28	0.39	4d14 2+4 d14	0.08	0.022+2d8/15 L=220		0.24	0.35	11,32,21,21
[b=1.0;1.0]			340.0	1.28	0.39	4d14 2+4 d14	0.19	0.02	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	12,32,21,21
M_P= 2 X=482.0Y=4.00e-04												
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	verif.	ver.sis	Staffe	v V/T cls	v V/T acc	Rif. cmb
12s=14,m=4	ok,ok		0.0	1.28	0.64	4d14 2+4 d14	0.08	0.06	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	27,26,19,21
			170.0	1.28	0.64	4d14 2+4 d14	0.03	0.052+2d8/15 L=220		0.24	0.37	3,26,19,21
[b=1.0;1.0]			340.0	1.28	0.64	4d14 2+4 d14	0.07	0.05	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	19,26,19,21
M_P= 3 X=1025.0Y=4.28e-04												
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	verif.	ver.sis	Staffe	v V/T cls	v V/T acc	Rif. cmb
13s=14,m=4	ok,ok		0.0	1.28	0.40	4d14 2+4 d14	0.10	0.03	2+2d8/5 L=60	0.23	0.12	9,30,23,24
			170.0	1.28	0.40	4d14 2+4 d14	0.12	0.032+2d8/15 L=220		0.23	0.35	11,30,23,24
[b=1.0;1.0]			340.0	1.28	0.40	4d14 2+4 d14	0.24	0.02	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	12,30,23,24
M_P= 4 X=0.0 Y=330.0												
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	verif.	ver.sis	Staffe	v V/T cls	v V/T acc	Rif. cmb
16s=14,m=4	ok,ok		0.0	1.28	0.39	4d14 2+4 d14	0.09	0.03	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	9,27,18,18
			170.0	1.28	0.39	4d14 2+4 d14	0.08	0.022+2d8/15 L=220		0.24	0.35	11,27,18,18
[b=1.0;1.0]			340.0	1.28	0.39	4d14 2+4 d14	0.19	0.02	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	12,27,18,18
M_P= 5 X=482.0 Y=330.0												
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	verif.	ver.sis	Staffe	v V/T cls	v V/T acc	Rif. cmb
17s=14,m=4	ok,ok		0.0	1.28	0.64	4d14 2+4 d14	0.08	0.06	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	32,29,24,18
			170.0	1.28	0.64	4d14 2+4 d14	0.03	0.052+2d8/15 L=220		0.24	0.37	3,29,24,18
[b=1.0;1.0]			340.0	1.28	0.64	4d14 2+4 d14	0.07	0.05	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	24,29,24,18
M_P= 6 X=1025.0 Y=330.0												
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	verif.	ver.sis	Staffe	v V/T cls	v V/T acc	Rif. cmb
18s=14,m=4	ok,ok		0.0	1.28	0.40	4d14 2+4 d14	0.10	0.03	2+2d8/5 L=60	0.23	0.12	9,25,20,19
			170.0	1.28	0.40	4d14 2+4 d14	0.12	0.032+2d8/15 L=220		0.23	0.35	11,25,20,19
[b=1.0;1.0]			340.0	1.28	0.40	4d14 2+4 d14	0.24	0.02	2+2d8/5 L=60	0.24	0.12	12,25,20,19
Pilas.												
				%Af	r. snell.		verif.	ver.sis		v V/T cls	v V/T acc	
				1.28	0.64		0.24	0.06		0.24	0.37	

Pilas.	sovr. Xi	sovr. Xf	sovr. Yi	sovr. Yf	M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f	Luce per V	V M2-2	V M3-3
					daN cm	daN cm	daN cm	daN cm	cm	daN	daN
11	0.0	0.0	0.0	0.0	7.208e+05	7.109e+05	1.045e+06	1.030e+06	320.00	4955.73	7185.88
12	0.0	0.0	0.0	0.0	7.618e+05	7.520e+05	1.106e+06	1.091e+06	320.00	5237.28	7601.34
13	0.0	0.0	0.0	0.0	7.244e+05	7.145e+05	1.051e+06	1.036e+06	320.00	4980.34	7222.41
16	0.0	0.0	0.0	0.0	7.208e+05	7.109e+05	1.045e+06	1.030e+06	320.00	4955.73	7185.88
17	0.0	0.0	0.0	0.0	7.618e+05	7.520e+05	1.106e+06	1.091e+06	320.00	5237.28	7601.34
18	0.0	0.0	0.0	0.0	7.244e+05	7.145e+05	1.051e+06	1.036e+06	320.00	4980.34	7222.41
Pilas.					M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f		V M2-2	V M3-3
					7.618e+05	7.520e+05	1.106e+06	1.091e+06		5237.28	7601.34

Nodo	Stato	Pilas.	Diam st	I 7.4.29	n. br. 2	Bj2	Hjc2	n. br. 3	Bj3	Hjc3	V. 7.4.8	I 7.4.10	Rif. cmb
			mm	cm		cm	cm		cm	cm			
4		16	8	5.0	2	30.0		2	40.0				
5		17	8	5.0	2	30.0		2	40.0				
9		11	8	5.0	2	30.0		2	40.0				
10		12	8	5.0	2	30.0		2	40.0				
11		13	8	5.0	2	30.0		2	40.0				
12		18	8	5.0	2	30.0		2	40.0				

Nodo	I 7.4.29	V. 7.4.8	I 7.4.10
	5.00		

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 1	Z=0.0	P=1	P=3	Staffe	Rif. cmb
		cm					x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	L=cm	
1	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.05	0.05	0.08	2d8/15 L=53	16,28,3
	s=21,m=4	241.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.14	0.02	0.03	2d8/15 L=335	12,12,12
		482.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.26	0.07	0.14	2d8/15 L=53	3,4,3
2	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.25	0.07	0.14	2d8/15 L=53	3,4,3
	s=21,m=4	271.5	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.17	0.02	0.03	2d8/15 L=396	12,12,12
		543.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.06	0.05	0.10	2d8/15 L=53	9,4,3
							M_T= 4	Z=0.0	P=1	P=4	Staffe	Rif. cmb
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
5	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.04	0.05	0.09	2d8/15 L=53	25,12,12
	s=21,m=4	165.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.14	0.01	0.01	2d8/15 L=193	12,25,28
		330.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.04	0.05	0.09	2d8/15 L=53	25,12,12
							M_T= 5	Z=0.0	P=2	P=5	Staffe	Rif. cmb
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
6	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.04	0.04	0.08	2d8/15 L=73	25,11,11
	s=21,m=4	165.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.11	6.85e-03	0.01	2d8/15 L=153	4,25,28
		330.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.04	0.04	0.08	2d8/15 L=73	25,11,11
							M_T= 6	Z=0.0	P=3	P=6	Staffe	Rif. cmb
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
7	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.04	0.05	0.10	2d8/15 L=53	25,12,12
	s=21,m=4	165.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.14	0.01	8.41e-03	2d8/15 L=193	12,28,28
		330.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.04	0.05	0.10	2d8/15 L=53	25,12,12
							M_T= 8	Z=0.0	P=4	P=6	Staffe	Rif. cmb
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
9	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.05	0.05	0.08	2d8/15 L=98	16,28,3
	s=21,m=4	241.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.14	0.02	0.03	2d8/15 L=245	12,12,12
		482.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.26	0.07	0.14	2d8/15 L=98	3,4,3
10	ok,ok	0.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.25	0.07	0.14	2d8/15 L=53	3,4,3
	s=21,m=4	271.5	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.17	0.02	0.03	2d8/15 L=396	12,12,12
		543.0	0.34	8.0	8.0	0.0	0.11	0.06	0.05	0.10	2d8/15 L=53	9,17,3
							M_T= 2	Z=340.0	P=4	P=6	Staffe	Rif. cmb
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
3	ok,ok	0.0	0.46	5.6	5.6	0.0	0.15	0.38	0.18	0.14	2d8/8 L=50	11,26,17
	s=14,m=4	241.0	0.55	6.6	4.0	0.0	0.13	0.76	0.12	0.23	2d8/20 L=342	11,32,17
		482.0	0.67	4.0	8.0	0.0	0.17	0.78	0.21	0.16	2d8/8 L=50	11,26,17
15	ok,ok	0.0	0.72	5.6	8.6	0.0	0.18	0.74	0.21	0.16	2d8/8 L=50	11,22,17
	s=14,m=4	271.5	0.59	7.1	4.0	0.0	0.14	0.80	0.11	0.22	2d8/20 L=403	11,22,17
		543.0	0.50	5.6	6.0	0.0	0.15	0.50	0.19	0.15	2d8/8 L=50	11,22,17
							M_T= 3	Z=340.0	P=1	P=4	Staffe	Rif. cmb
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc		
4	ok,ok	0.0	0.46	5.6	5.6	0.0	0.15	0.27	0.16	0.13	2d8/8 L=50	15,27,17
	s=14,m=4	165.0	0.50	6.0	5.6	0.0	0.12	0.69	0.15	0.28	2d8/20 L=200	11,27,17

		330.0	0.46	5.6	5.6	0.0	0.15	0.27	0.16	0.13	2d8/8 L=50 15,27,17
							M_T= 7	Z=340.0	P=2	P=5	
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
8	ok,ok	0.0	0.84	10.1	10.1	0.0	0.18	0.04	0.27	0.21	2d8/8 L=50 32,27,17
	s=14,m=4	165.0	0.84	10.1	10.1	0.0	0.14	0.34	0.25	0.49	2d8/20 L=200 11,27,17
		330.0	0.84	10.1	10.1	0.0	0.18	0.04	0.27	0.21	2d8/8 L=50 27,27,17
							M_T= 9	Z=340.0	P=3	P=6	
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
14	ok,ok	0.0	0.50	6.0	6.0	0.0	0.15	0.17	0.17	0.13	2d8/8 L=50 15,18,17
	s=14,m=4	165.0	0.55	6.6	5.6	0.0	0.13	0.60	0.16	0.30	2d8/20 L=200 11,18,17
		330.0	0.50	6.0	6.0	0.0	0.15	0.17	0.17	0.13	2d8/8 L=50 15,18,17
							M_T= 10	Z=340.0	P=1	P=3	
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe Rif. cmb
19	ok,ok	0.0	0.46	5.6	5.6	0.0	0.15	0.38	0.18	0.14	2d8/8 L=50 11,29,17
	s=14,m=4	241.0	0.55	6.6	4.0	0.0	0.13	0.76	0.12	0.23	2d8/20 L=342 11,27,17
		482.0	0.67	4.0	8.0	0.0	0.17	0.78	0.21	0.16	2d8/8 L=50 11,29,17
20	ok,ok	0.0	0.72	5.6	8.6	0.0	0.18	0.74	0.21	0.16	2d8/8 L=50 11,17,17
	s=14,m=4	271.5	0.59	7.1	4.0	0.0	0.14	0.80	0.11	0.22	2d8/20 L=403 11,17,17
		543.0	0.50	5.6	6.0	0.0	0.15	0.50	0.19	0.15	2d8/8 L=50 11,17,17
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	
			0.84	10.05	10.05	0.0	0.18	0.80	0.27	0.49	

TraveM negativo iM positivo iM negativo fM positivo fLuce per V						V M-i M+f	V M+i M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
daN	cm	daN	cm	daN	cm	daN	daN	daN	daN	daN	cm2
3	7.503e+05	7.027e+05	1.051e+06	5.174e+05	442.00	2868.00	3967.90	0.0	0.0	0.0	0.0
4	7.503e+05	7.027e+05	7.503e+05	7.027e+05	300.00	4843.15	4843.15	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1.292e+06	1.240e+06	1.292e+06	1.240e+06	300.00	8439.46	8439.46	0.0	0.0	0.0	0.0
14	8.073e+05	7.590e+05	8.073e+05	7.590e+05	300.00	5221.15	5221.15	0.0	0.0	0.0	0.0
15	1.122e+06	7.023e+05	8.074e+05	7.026e+05	503.00	3628.47	3001.27	0.0	0.0	0.0	0.0
19	7.503e+05	7.027e+05	1.051e+06	5.174e+05	442.00	2868.00	3967.90	0.0	0.0	0.0	0.0
20	1.122e+06	7.023e+05	8.074e+05	7.026e+05	503.00	3628.47	3001.27	0.0	0.0	0.0	0.0
TraveM negativo iM positivo iM negativo fM positivo f						V M-i M+f	V M+i M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
								0.0			
1.292e+06	1.240e+06	1.292e+06	1.240e+06			8439.46	8439.46		0.0	0.0	0.0

STATI LIMITE D' ESERCIZIO

LEGENDA TABELLA STATI LIMITE D' ESERCIZIO

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio.

In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

rRfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rRfyk	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare [normalizzato a 1]
rPfck	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti [normalizzato a 1]
wR	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare [mm]
wF	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti [mm]
wP	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti [mm]
dR	massima deformazione in combinazioni rare
dF	massima deformazione in combinazioni frequenti
dP	massima deformazione in combinazioni quasi permanenti

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

pilastr	rRfck	rRfyk	rPfck	per sezioni significative
travi	rRfck	rRfyk	rPfck	per sezioni significative
	wR	wF	wP	per sezioni significative
	dR	dF	dP	massimi in campata
setti e gusci	rRfck	rRfyk	rPfck	massimi nei nodi dell'elemento
	wR	wF	wP	massimi nei nodi dell'elemento

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale (piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
11	0.0	0.08	0.05	0.03	70,70,78	170.0	0.07	0.04	0.08	72,72,78
	340.0	0.15	0.17	0.13	73,73,78					
12	0.0	0.05	0.03	0.05	72,68,78	170.0	0.04	0.03	0.05	68,68,78
	340.0	0.05	0.04	0.06	69,69,78					
13	0.0	0.09	0.05	0.04	70,70,78	170.0	0.10	0.08	0.11	72,72,78
	340.0	0.19	0.23	0.19	73,73,78					
16	0.0	0.08	0.05	0.03	70,70,78	170.0	0.07	0.04	0.08	72,72,78
	340.0	0.15	0.17	0.13	73,73,78					
17	0.0	0.05	0.03	0.05	72,68,78	170.0	0.04	0.03	0.05	68,68,78
	340.0	0.05	0.04	0.06	69,69,78					
18	0.0	0.09	0.05	0.04	70,70,78	170.0	0.10	0.08	0.11	72,72,78
	340.0	0.19	0.23	0.19	73,73,78					
Pilas.		rRfck 0.19	rRfyk 0.23	rPfck 0.19			rRfck	rRfyk	rPfck	

Trave	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	wR mm	wF mm	wP mm	Rif. cmb	dR cm	dF cm	dP cm	Rif. cmb
1	0.0	0.02	0.05	0.0	70,73,0	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.06	0.05	0.03	73,77,78
	241.0	0.05	0.13	0.06	73,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	482.0	0.10	0.23	0.12	68,68,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
2	0.0	0.10	0.23	0.12	68,68,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.09	0.08	0.06	73,77,78
	271.5	0.06	0.16	0.07	73,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	543.0	0.02	0.05	6.07e-04	70,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
3	0.0	0.16	0.64	0.11	73,72,78	0.23	0.0	0.0	72,0,0	-0.48	-0.09	-0.09	72,76,78
	241.0	0.15	0.71	0.14	73,72,78	0.34	0.0	0.0	70,0,0				
	482.0	0.26	0.73	0.28	73,72,78	0.19	0.14	0.07	72,76,78				
4	0.0	0.11	0.72	8.07e-03	71,72,78	0.42	0.0	0.0	72,0,0	-0.28	-0.02	-0.01	72,76,78
	165.0	0.11	0.72	0.03	73,72,78	0.39	0.0	0.0	72,0,0				
	330.0	0.11	0.72	8.07e-03	71,72,78	0.42	0.0	0.0	72,0,0				
5	0.0	8.66e-03	0.02	7.10e-03	72,72,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.02	0.01	0.01	73,77,78
	165.0	0.05	0.12	0.06	73,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	330.0	8.66e-03	0.02	7.10e-03	72,72,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
6	0.0	8.07e-03	0.02	5.84e-03	72,72,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.01	0.01	0.01	69,77,78
	165.0	0.04	0.10	0.05	69,69,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	330.0	8.07e-03	0.02	5.84e-03	72,72,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
7	0.0	9.29e-03	0.02	8.16e-03	72,72,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.02	0.02	0.01	73,77,78
	165.0	0.05	0.13	0.06	73,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	330.0	9.29e-03	0.02	8.16e-03	72,72,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
8	0.0	0.16	0.65	6.18e-03	71,72,78	0.30	0.0	0.0	72,0,0	-0.35	-0.15	-0.01	72,76,78
	165.0	0.16	0.69	0.03	73,72,78	0.32	0.14	0.0	72,76,0				
	330.0	0.16	0.65	6.18e-03	71,72,78	0.30	0.0	0.0	72,0,0				
9	0.0	0.02	0.05	0.0	70,73,0	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.06	0.05	0.03	73,77,78
	241.0	0.05	0.13	0.06	73,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	482.0	0.10	0.23	0.12	68,68,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
10	0.0	0.10	0.23	0.12	68,68,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0	0.09	0.08	0.06	73,77,78
	271.5	0.06	0.16	0.07	73,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	543.0	0.02	0.05	6.07e-04	70,73,78	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
14	0.0	0.11	0.71	7.34e-03	71,72,78	0.40	0.0	0.0	72,0,0	-0.29	-0.02	-0.01	72,76,78
	165.0	0.12	0.71	0.03	73,72,78	0.39	0.0	0.0	72,0,0				
	330.0	0.11	0.71	7.34e-03	71,72,78	0.40	0.0	0.0	72,0,0				
15	0.0	0.27	0.70	0.29	73,72,78	0.19	0.13	0.07	72,76,78	-0.38	-0.38	-0.16	68,76,78
	271.5	0.18	0.72	0.18	73,72,78	0.29	0.16	0.0	72,76,0				
	543.0	0.18	0.66	0.15	73,72,78	0.23	0.0	0.0	72,0,0				
19	0.0	0.16	0.64	0.11	73,72,78	0.23	0.0	0.0	72,0,0	-0.48	-0.09	-0.09	72,76,78
	241.0	0.15	0.71	0.14	73,72,78	0.34	0.0	0.0	70,0,0				
	482.0	0.26	0.73	0.28	73,72,78	0.19	0.14	0.07	72,76,78				
20	0.0	0.27	0.70	0.29	73,72,78	0.19	0.13	0.07	72,76,78	-0.38	-0.38	-0.16	68,76,78
	271.5	0.18	0.72	0.18	73,72,78	0.29	0.16	0.0	72,76,0				
	543.0	0.18	0.66	0.15	73,72,78	0.23	0.0	0.0	72,0,0				
Trave		rRfck 0.27	rRfyk 0.73	rPfck 0.29		wR 0.42	wF 0.16	wP 0.07		dR 0.09	dF 0.08	dP 0.06	

3.2. TABULATO GEOTECNICO

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU TERRENI :

Per la determinazione del carico limite del complesso terreno-fondazione, inteso come valore asintotico del diagramma carico-cedimento, si fa riferimento a due principali meccanismi di rottura: il “meccanismo generale” e quello di “punzonamento”. Il primo è caratterizzato dalla formazione di una superficie di scorrimento, il terreno sotto la fondazione rifluisce lateralmente e verso l'alto, in modo che la superficie del terreno circostante la fondazione è interessato da un meccanismo di sollevamento ed emersione della superficie di scorrimento. Il secondo meccanismo, è caratterizzato dalla assenza di una superficie di scorrimento ben definita; il terreno sotto la fondazione si comprime ed in corrispondenza della superficie del terreno circostante la fondazione si osserva un abbassamento generalizzato. Questo ultimo meccanismo non consente una precisa individuazione del carico limite, in quanto la curva dei cedimenti in funzione del carico applicato non raggiunge mai un valore asintotico ma cresce indefinitamente. Il VESIC ha studiato il fenomeno della rottura per punzonamento assimilando il terreno ad un mezzo elasto-plastico e la rottura per carico limite all'espansione di una cavità cilindrica. In questo caso il fenomeno risulta retto da un indice di rigidezza “ I_r ” così definito:

$$I_r = \frac{G}{c' + \sigma' \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}.$$

Per la determinazione del modulo di rigidezza a taglio si utilizzeranno le seguenti relazioni:

$$G = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)}; \quad E = E_{ed} \frac{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}{1 - \nu}; \quad \nu = \frac{k_0}{1 + k_0}; \quad k_0 = 1 - \operatorname{sen}(\varphi).$$

Indice di rigidezza viene confrontato con l'indice di rigidezza critico “ $I_{r,crit}$ ”, avente la seguente espressione:

$$I_{r,crit} = \frac{e^{\left[\left(3.3 - 0.45 \frac{B}{L} \right) \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}}{2}.$$

La rottura per punzonamento del terreno di fondazione avviene quando l'indice di rigidezza si mantiene minore di quello critico. Tale teoria comporta l'introduzione di coefficienti correttivi all'interno della formula trinomia del carico limite detti “Coefficienti di punzonamento” i quali sono funzione dell'indice di rigidezza, dell'angolo d'attrito e della geometria dell'elemento di fondazione. La loro espressione è la seguente:

- se $I_r < I_{r,crit}$ si ha :

$$\Psi_\gamma = \Psi_q = e^{\left[\left(0.6 \frac{B}{L} - 4.4 \right) \operatorname{tg}(\varphi) + \frac{3.07 \cdot \operatorname{sen}(\varphi) \log_{10}(2 \cdot I_r)}{1 + \operatorname{sen}(\varphi)} \right]} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_\gamma = \Psi_q = 1$$

$$\Psi_c = \Psi_q - \frac{1 - \Psi_q}{N_c \cdot \operatorname{tg}(\varphi)} \quad \text{se } \varphi = 0 \Rightarrow \Psi_c = 0.32 + 0.12 \cdot \frac{B}{L} + 0.6 \cdot \log_{10}(I_r)$$

- se $I_r > I_{r,crit}$ si ha che $\Psi_\gamma = \Psi_q = \Psi_c = 1$.

Il significato dei simboli adottati nelle equazioni sopra riportate è il seguente:

- E_{ed} è il modulo edometrico del terreno sottostante la fondazione;
- ν è il coefficiente di Poisson del terreno sottostante la fondazione;
- k_0 è il coefficiente di spinta a riposo del terreno sottostante la fondazione;
- φ è l'angolo d'attrito efficace del terreno sottostante il piano di posa;
- c' è la coesione in termini di tensioni efficaci;
- σ' è la tensione litostatica effettiva a profondità $D+B/2$;
- L è la luce delle singole travi di fondazione;
- D è la profondità del piano di posa della fondazione dal piano campagna;
- B è la larghezza della trave di fondazione.

Definito il meccanismo di rottura si passa al calcolo del carico limite modellando il terreno come mezzo rigido perfettamente plastico. L'espressione del carico limite è la seguente:

$$q_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot \Psi_q + c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot \Psi_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot \Psi_\gamma \cdot r_\gamma.$$

Il significato dei termini presenti nella relazione trinomia sopra riportata è il seguente:

- N_q, N_c, N_γ sono i fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno φ del terreno;
- s_q, s_c, s_γ sono i coefficienti che rappresentano il fattore di forma;
- d_q, d_c, d_γ sono i coefficienti che rappresentano il fattore dell'approfondimento;
- i_q, i_c, i_γ sono i coefficienti che rappresentano il fattore di inclinazione del carico;
- γ_1 è il peso per unità di volume del terreno sovrastante il piano di posa;
- γ_2 è il peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa.

Si dimostra, per fondazioni aventi larghezza modesta, che il terzo termine non aumenta indefinitamente e per valori elevati di "B", secondo sia VESIC che DE BEER il valore limite è prossimo a quello di una fondazione profonda. BOWLES per fondazioni di larghezza maggiore di 2.00 metri propone il seguente fattore riduttivo:

$$r_\gamma = 1 - 0.25 \cdot \log_{10} \left(\frac{B}{2} \right) \quad \text{dove "B" va espresso in metri.}$$

Questa relazione risulta particolarmente utile per fondazioni larghe con rapporto D/B basso (platee e simili), caso nel quale il terzo termine dell'equazione trinomia è predominante.

Nel caso di carico eccentrico, il Meyerhof, consiglia di ridurre le dimensioni della superficie di contatto (A_f) tra fondazione e terreno (B, L) in tutte le formule del calcolo del carico limite. Tale riduzione è espressa dalle seguenti relazioni:

$$B_{rid} = B - 2 \cdot e_B \quad L_{rid} = L - 2 \cdot e_L \quad \text{dove } e_B, e_L \text{ sono le eccentricità relative alle dimensioni in esame.}$$

L'equazione trinomia del carico limite può essere risolta secondo varie formulazioni, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Hansen (1970) :

$$N_q = \gamma^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan(\varphi)} \quad N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \tan(\varphi)} \right]^{\alpha_1} \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \tan(\varphi)} \right]^{\alpha_2} \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Formulazione di Vesic (1975) :

$$N_q = \gamma^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot \tan(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \tan(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = 1 + \frac{N_q \cdot B}{N_c \cdot L}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = \arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1-i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione di Brinch-Hansen :

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))} \quad s_\gamma = 1 + 0.1 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))} \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B \cdot (1 + sen(\varphi))}{L \cdot (1 - sen(\varphi))}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \cdot tg(\varphi)}$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^m \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot ctg(\varphi)} \right]^{m+1} \quad i_c = i_q - \frac{1-i_q}{N_q - 1}$$

$$\text{dove: } m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 1 - \frac{m \cdot H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

Formulazione Eurocodice 7 :

$$N_q = tg^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \cdot e^{\pi \cdot tg(\varphi)} \quad N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi)$$

- se $\varphi \neq 0$ si ha:

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot sen(\varphi) \quad s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B}{L} \quad s_c = \frac{s_q \cdot (N_q - 1)}{N_q - 1}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot tg(\varphi) \cdot (1 - sen(\varphi))^2 \cdot \Theta \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$\text{dove: se } \frac{D}{B} \leq 1 \Rightarrow \Theta = \frac{D}{B}, \text{ se } \frac{D}{B} > 1 \Rightarrow \Theta = arctg\left(\frac{D}{B}\right)$$

- se H è parallela al lato B si ha:

$$i_q = \left[1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \right]^3 \quad i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \right]^3 \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se H è parallela al lato L si ha:

$$i_q = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \quad i_\gamma = 1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cdot \text{ctg}(\varphi)} \quad i_c = \frac{i_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1}$$

- se $\varphi = 0$ si ha:

$$s_q = 1.0 \quad s_\gamma = 1.0 \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$$

$$d_q = 1.0 \quad d_\gamma = 1.0 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \Theta$$

$$i_q = 1.0 \quad i_\gamma = 1.0 \quad i_c = 0.5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H}{A_f \cdot c_a}} \right)$$

Si ricorda che, per le relazioni sopra riportate, nel caso in cui $\varphi = 0 \Rightarrow N_q = 1.0$, $N_\gamma = 1.0$ e $N_c = 2 + \pi$. Il significato dei termini presenti nelle relazioni su descritte è il seguente:

- V componente verticale del carico agente sulla fondazione;
- H componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L);
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);
- α_1, α_2 esponenti di potenza che variano tra 2 e 5.

Nel caso in cui il cuneo di fondazione è interessato da falda idrica, il valore di γ_2 nella formula trinomia assume la seguente espressione:

$$\gamma_2 = \frac{\gamma \cdot z + \gamma_{sat} \cdot (h_c - z)}{h_c} \quad h_c = \frac{B}{2} \cdot \text{tg} \left(\frac{90 + \varphi}{2} \right)$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- γ è il peso per unità di volume del terreno sottostante il piano di posa;
- γ_{sat} è il peso per unità di volume saturo del terreno sottostante il piano di posa;
- z è la profondità della falda dal piano di posa;
- h_c è l'altezza del cuneo di rottura della fondazione.

Tutto ciò descritto è valido nell'ipotesi di terreno con caratteristiche geotecniche omogenee. Nella realtà i terreni costituenti il piano di posa delle fondazioni sono quasi sempre composti o comunque riconducibili a formazioni di terreno omogenee di spessore variabile che si sovrappongono (caso di terreni stratificati). In queste condizioni l'algoritmo implementato è il seguente:

- viene determinata l'altezza del cuneo di rottura in funzione delle caratteristiche geotecniche degli strati attraversati, quindi si determina il numero degli strati interessati da esso;
- in corrispondenza di ogni superficie di separazione, partendo da quella immediatamente sottostante il piano di posa della fondazione e fino a raggiungere l'altezza del cuneo di rottura, viene determinata la capacità portante di ogni singolo strato come somma di due valori. Il primo valore scaturisce dall'applicazione della formula trinomia alla quota i-esima dello strato, il secondo deriva dalla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato in esame;
- il minimo dei valori come sopra determinati sarà assunto come valore massimo della capacità portante della fondazione stratificata.

In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato nel seguente modo:

$$q'_{ult} = [q''_{ult} + q_{resT}]_{\min} = \left[q''_{ult} + \frac{p}{A_f} (P_V \cdot K_s \cdot \text{tg}(\varphi) + d \cdot c) \right]_{\min}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q''_{ult} è il carico limite per un'ipotetica fondazione posta alla quota dello strato interessato;
- p è il perimetro della fondazione;
- P_V è la spinta verticale del terreno dal piano di posa allo strato interessato;
- K_s è il coefficiente di spinta laterale del terreno;
- d è la distanza dal piano di posa allo strato interessato.

CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI SU ROCCIA :

Per la determinazione del carico limite, nel caso di presenza di ammasso roccioso fra i vari strati interessati dal cuneo di rottura, bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice RQD (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice che può variare da un valore minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un valore massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}.$$

E' chiaro che se il valore di RQD è molto basso, quindi ci troviamo nel caso di roccia molto fratturata, il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto, utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.

Per ricavare la capacità portante di rocce non assimilabili ad ammassi di terreno sciolto sono state implementate due formulazioni, quella del Terzaghi (1943) e quella di Stagg-Zienkiewicz (1968) e correlate all'indice RQD. In definitiva il valore della capacità portante sarà espresso dalla seguente relazione:

$$q'_{ult} = q''_{ult} \cdot RQD^2$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- q'_{ult} è il carico limite calcolato dell'ammasso roccioso;
- q''_{ult} è il carico limite calcolato alla Terzaghi o alla Stagg-Zienkiewicz.

L'equazione trinomia del carico limite nel caso in esame assume la seguente formulazione:

$$q''_{ult} = \gamma_1 \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c \cdot s_c + \gamma_2 \cdot \frac{B}{2} \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma.$$

I termini presenti nell'equazione hanno lo stesso significato di quelli già descritti in precedenza. I coefficienti di forma assumeranno i seguenti valori:

$s_c = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $s_c = 1.3$ per fondazioni di tipo quadrato;

$s_\gamma = 1.0$ per fondazioni di tipo nastriforme $s_\gamma = 0.8$ per fondazioni di tipo quadrato.

I fattori adimensionali di portanza a seconda della formulazione adottata saranno:

Formulazione di Terzaghi (1943) :

$$N_q = \frac{e^{2 \left(0.75 \cdot \pi \cdot \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \text{tg}(\varphi)}}{2 \cdot \cos^2 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)} \quad N_\gamma = \frac{\text{tg}(\varphi)}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2(\varphi)} - 1 \right) \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\varphi)$$

se $\varphi = 0 \Rightarrow N_c = 1.5 \cdot \pi + 1$

φ	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
K_{py}	10.8	12.2	14.7	18.6	25.0	35.0	52.0	82.0	141.0	298.0	800.0

Formulazione di Stagg-Zienkiewicz (1968) :

$$N_q = \text{tg}^6 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right) \quad N_\gamma = N_q + 1 \quad N_c = 5 \cdot \text{tg}^4 \left(\frac{90^\circ + \varphi}{2} \right)$$

VERIFICA A ROTTURA PER SCORRIMENTO DI FONDAZIONI SUPERFICIALI :

Se il carico applicato alla base della fondazione non è normale alla stessa, bisogna effettuare anche una verifica per rottura a scorrimento. Rispetto al collasso per scorrimento la resistenza offerta dal sistema fondale viene valutata come somma di due componenti, la prima derivante dall'attrito fondazione-terreno, la seconda derivante dall'adesione. In generale oltre alle due componenti ora citate può essere tenuto in conto anche l'effetto della spinta passiva del terreno

di ricoprimento esercita sulla fondazione, questa però fino ad un massimo del 30%. In forma analitica il procedimento su esposto può essere formulato nel seguente modo:

$$T_{Sd} \leq T_{Rd} = N_{Sd} \cdot \operatorname{tg}(\delta) + A_f \cdot c_a + S_p \cdot f_{Sp}$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- T_{Sd} componente orizzontale del carico agente sulla fondazione (sia lungo B che lungo L);
- N_{Sd} componente verticale del carico agente sulla fondazione;
- c_a adesione fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);
- δ angolo d'attrito fondazione-terreno (valore variabile tra il 60% e 100% della coesione);
- S_p spinta passiva del terreno di ricoprimento della fondazione;
- f_{Sp} percentuale di partecipazione della spinta passiva;
- A_f superficie di contatto del piano di posa della fondazione.

Va da se che tale tipo di verifica deve essere effettuata sia per componenti taglianti parallele al lato della base che per quelle ortogonali.

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI INDOTTE NEL TERRENO :

Ai fini del calcolo dei cedimenti è essenziale conoscere lo stato tensionale indotto nel terreno a varie profondità da un carico applicato in superficie. Tale determinazione viene eseguita ipotizzando che il terreno si comporti come un mezzo continuo, elastico-lineare, omogeneo e isotopo. Tale assunzione, utilizzata per la determinazione della variazione delle tensioni verticali dovuta all'applicazione di un carico in superficie, è confortata dalla letteratura (Morgenstern e Phukan) perché la non linearità del materiale poco influenza la distribuzione delle tensioni verticali. Per ottenere un profilo verticale di pressioni si possono utilizzare tre metodi di calcolo; il primo è il **metodo di Boussinesq**, il secondo è il **metodo di Westergaard** e infine il terzo è il **metodo di Mindlin**, tutti basati sulla teoria del continuo elastico. Il secondo metodo differisce dal primo per la presenza del coefficiente di Poisson "v", quindi meglio si adatta ai terreni stratificati. Il terzo metodo differisce dai primi due per la possibilità di posizionare il carico all'interno del continuo elastico (i primi due pongono il carico esclusivamente sulla frontiera), quindi meglio si presta al caso di fondazioni poste a una profondità di una certa importanza (il metodo risulta equivalente a quello di Boussinesq nel caso di fondazioni poste sulla frontiera del continuo elastico). L'algoritmo implementato, basandosi sulle ben note equazioni ricavate per un carico puntiforme, cioè:

$$\text{Boussinesq} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{3 \cdot Q \cdot z^3}{2 \cdot \pi \cdot (r^2 + z^2)^{\frac{5}{2}}} \quad \text{Westergaard} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot z^2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{1-2 \cdot v}{2-2 \cdot v}}}{\left(\frac{1-2 \cdot v}{2-2 \cdot v} + \frac{r^2}{z^2}\right)^{\frac{3}{2}}}$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera del mezzo;
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame;
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame.

$$\text{Mindlin} \Rightarrow \Delta\sigma_v = \frac{Q}{8 \cdot \pi \cdot (1-v) \cdot D^2} \left(\begin{aligned} & - \frac{(1-2 \cdot v) \cdot (m-1)}{A^3} + \frac{(1-2 \cdot v) \cdot (m-1)}{B^3} - \frac{3 \cdot (m-1)^3}{A^5} - \frac{30 \cdot m \cdot (m+1)^3}{B^7} - \\ & - \frac{3 \cdot (3-4 \cdot v) \cdot m \cdot (m+1)^2 - 3 \cdot (m+1) \cdot (5 \cdot m-1)}{B^5} \end{aligned} \right)$$

$$n = \frac{r}{D}; \quad m = \frac{z}{D}; \quad A^2 = n^2 + (m-1)^2; \quad B^2 = n^2 + (m+1)^2$$

dove i termini dell'espressioni hanno il seguente significato:

- Q carico puntiforme applicato sulla frontiera o all'interno del mezzo;
- D proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dalla frontiera del mezzo;
- r proiezione orizzontale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame;
- z proiezione verticale della distanza del punto di applicazione del carico dal punto in esame.

esegue un'integrazione, delle equazioni di cui sopra, lungo la verticale di ogni punto notevole degli elementi fondali, estesa a tutte le aree di carico presenti sulla superficie del terreno; il tutto al fine della determinazione della variazione dello stato tensionale verticale " $\Delta\sigma_v$ ". Una nota esplicativa va fatta sul valore da assegnare a " Q ", esso va definito, nel caso di pressione, come "pressione netta" ossia la pressione in eccesso rispetto a quella geostatica esistente, che può essere sopportata con sicurezza alla profondità " D " del piano di posa delle fondazioni, questo perché i cedimenti sono causati solo da incrementi netti di pressione che si aggiungono all'esistente pressione geostatica.

CALCOLO DEI CEDIMENTI DELLA FONDAZIONE :

La determinazione dei cedimenti delle fondazioni, assume, in special modo nella fase di esercizio, una rilevanza notevole per il manufatto da realizzarsi. Nell'evolversi della fase di cedimento, il terreno passa da uno stato di sforzo corrente (dovuto al peso proprio) a uno nuovo, per effetto del carico addizionale applicato. La variazione dello stato tensionale di cui sopra, produce una serie di movimenti di rotolamento e scorrimento relativo tra i granuli del terreno nonché deformazioni elastiche e rotture delle particelle costituenti il mezzo, localizzate in una limitata zona d'influenza a ridosso dell'area di carico. L'insieme di questi fenomeni costituisce il cedimento, che nel caso in esame è quello verticale. Nonostante che la frazione elastica sia modesta, l'esperienza ha dimostrato che modellare il terreno (ai fini del calcolo dei cedimenti) come materiale pseudoelastico permette di ottenere risultati soddisfacenti. Diversi sono i metodi esistenti in letteratura per il calcolo dei cedimenti (si ricorda che qualunque sia il metodo di calcolo, la determinazione del valore del cedimento deve intendersi come la miglior stima delle deformazioni subite dal terreno da attendersi all'applicazione dei carichi) quelli implementati vengono di seguito descritti.

Il metodo edometrico, che si basa sulla nota relazione:

$$w_{ed} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_{ed,i}} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità " z_i " dello strato i-esimo per l'applicazione del carico;
- $E_{ed,i}$ modulo edometrico del terreno relativo allo strato i-esimo;
- Δz_i spessore dello strato i-esimo.

Si ricorda che tale metodo si basa sull'ipotesi edometrica, quindi l'approssimazione del risultato è tanto migliore quanto più ridotto è il rapporto tra lo spessore dello strato deformabile e la dimensione in pianta delle fondazioni. Tuttavia lo stesso è dotato di ottima approssimazione anche nel caso di strati deformabili di spessore notevole.

Il metodo dell'elasticità, che si basa sulle note relazioni:

$$w_{Imp.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \Delta z_i \quad w_{Lib.} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta\sigma_{v,i}}{E_i} \cdot \frac{1-2 \cdot \nu^2}{1-\nu} \cdot \Delta z_i$$

dove i termini dell'espressione hanno il seguente significato:

- $w_{Imp.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale impedita;
- $w_{Lib.}$ cedimento in condizioni di deformazione laterale libera;
- $\Delta\sigma_{v,i}$ variazione stato tensionale verticale alla profondità " z_i " dello strato i-esimo per l'applicazione del carico;
- E_i modulo elastico del terreno relativo allo strato i-esimo;
- Δz_i spessore dello strato i-esimo.

La doppia formulazione adottata consente di ottenere un intervallo di valori (valore minimo per $w_{Imp.}$ e valore massimo per $w_{Lib.}$) del cedimento elastico per la fondazione in esame.

SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO :

Di seguito, per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo, viene riportata la descrizione dei simboli

principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni superficiali :

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento;
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna;
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento;
- Altezza altezza della sezione trasversale dell'elemento;
- Lung. Elem. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento;
- Lung. Travata nel caso in cui l'elemento è un sottoinsieme di elementi costituenti lo stesso allineamento, rappresenta la dimensione dello sviluppo longitudinale dell'insieme.

per tipologia platea:

- Indice Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento;
- Prof. Fon. profondità del piano di posa dell'elemento dal piano campagna;
- Dia. Eq. diametro del cerchio equivalente alla superficie dell'elemento;
- Spessore spessore dell'elemento;
- Superficie superficie dell'elemento;
- Vert. Elem. Numero dei vertici che costituiscono l'elemento;
- Macro nel caso in cui l'elemento è un sottoinsieme di elementi costituenti un'unica macrostruttura, rappresenta il numero identificativo della stessa.

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le caratteristiche geometriche del plinto equivalente alla Macro in esame.

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni superficiali :

per tipologie travi e plinti superficiali:

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- Tipologia tipologia della combinazione di carico;
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame;
- Ecc. B valore dell'eccentricità del carico Normale agente sul piano di fondazione nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- Ecc. L valore dell'eccentricità del carico Normale agente sul piano di fondazione nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.Taglio B valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- S.Taglio L valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.Normale valore del carico Normale agente sul piano di fondazione;
- T.T.min minimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale;
- T.T.max massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale.

per tipologia platea:

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- Tipologia tipologia della combinazione di carico;
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame;
- Press. N1 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 1 dell'elemento;
- Press. N2 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 2 dell'elemento;
- Press. N3 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 3 dell'elemento;
- Press. N4 valore della tensione di contatto tra terreno e fondazione nel vertice n° 4 dell'elemento;
- S.Taglio X valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela all'asse X del riferimento globale;
- S.Taglio Y valore dello sforzo di taglio agente sul piano di fondazione nella direzione parallela all'asse Y del riferimento globale.

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento

nel quale sono riportate le Macro Azioni (integrale delle azioni applicate sui singoli elementi platea) del plinto equivalente alla Macro in esame.

Valori di calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

- Cmb numero della combinazione di carico (nel caso che essa sia di S.L.U. è riportata la tipologia);
- Strato Rot. strato nel quale si attinge il minor valore di portanza rispetto al numero di strati interessati dal cuneo di rottura;
- Ver.TB valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento;
- S.T.B / TB rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela alla sezione trasversale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);
- Ver.TL valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento;
- S.T.L / TL rapporto tra lo sforzo di taglio agente e il valore limite della resistenza a scorrimento nella direzione parallela allo sviluppo longitudinale dell'elemento (verifica positiva se il rapporto è < 1.0);
- Sgm. Lt. tensione litostatica agente alla quota del piano di posa dell'elemento fondale;
- Qlim q valore del termine relativo al sovraccarico nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim g valore del termine relativo alla larghezza della base di fondazione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qlim c valore del termine relativo alla coesione nella formula trinomia per il calcolo della capacità portante (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- Qres T valore della capacità portante relativo alla resistenza al punzonamento del terreno sovrastante lo strato di rottura. Tale valore risulta non nullo nel caso di terreni stratificati dove lo strato di rottura è diverso dal primo (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla relativa parte della portanza ammissibile);
- QLIM valore della capacità portante totale quale somma di Qlim q, Qlim g, Qlim c e di Qres T (nel caso in cui si operi alle tensioni ammissibili corrisponde alla portanza ammissibile);
- T.T. / QLIM rapporto tra il massimo valore della distribuzione tensionale di contatto tra terreno ed elemento fondale e il valore della capacità portante (verifica positiva se il rapporto è < 1.0).

Nel caso in cui si è scelto di determinare la portanza anche per gli elementi platea viene riportata un ulteriore elemento nel quale sono riportate le verifiche di portanza del plinto equivalente alla Macro in esame.

Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni superficiali :

- Cmb numero della combinazione di carico e tipologia;
- Nodo vertice dell'elemento in cui viene calcolato il cedimento;
- Car. Netto valore del carico netto applicato sulla superficie del terreno;
- Cedimento/i valore del cedimento (nel caso di calcolo di cedimenti elastici i valori riportati sono due, il primo corrisponde al cedimento $w_{Imp.}$, mentre il secondo al cedimento $w_{Lib.}$).

TABULATI DI CALCOLO :

PARAMETRI DI CALCOLO :

Metodi di calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

Per terreni sciolti:

Vesic

Per terreni lapidei:

Terzaghi

Combinazioni di carico da approccio progettuale TIPO 2

Fattori utilizzati per il calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

Riduzione dimensioni per eccentricità	: Si
Fattori di forma della fondazione	: Si
Fattori di profondità del piano di posa	: Si
Fattori di inclinazione del carico	: Si
Fattori di punzonamento (Vesic)	: Si
Fattore riduzione effetto piastra (Bowles)	: Si
Fattore di riduzione dimensione Base equivalente platea	: 20,00 %
Fattore di riduzione dimensione Lunghezza equivalente platea	: 20,00 %

Effetti inerziali (Paolucci-Pecker):

Coeff. sismico orizzontale $K_h = 0,012$
Angolo d'attrito alla quota di fond. = 20,0
Fattore correttivo $Z_c = 0,996$
Fattore correttivo $Z_q = 0,989$

Coefficienti parziali di sicurezza per Tensioni Ammissibili, SLE e SLD nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

Coeff. parziale di sicurezza F_c	(statico)	: 2,50
Coeff. parziale di sicurezza F_q	(statico)	: 2,50
Coeff. parziale di sicurezza F_g	(statico)	: 2,50
Coeff. parziale di sicurezza F_c	(sismico)	: 3,00
Coeff. parziale di sicurezza F_q	(sismico)	: 3,00
Coeff. parziale di sicurezza F_g	(sismico)	: 3,00

Coefficienti parziali di sicurezza per SLU nel calcolo della portanza per fondazioni superficiali :

Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per $\tan(\phi)$	(statico)	: 1,25
Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per c'	(statico)	: 1,25
Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per C_u	(statico)	: 1,40
Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per $\tan(\phi)$	(sismico)	: 1,00
Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per c'	(sismico)	: 1,25
Coeff. parz. di sicurezza Prop. Materiali per C_u	(sismico)	: 1,40
Coeff. R1 capacità portante		: 1,00
Coeff. R2 capacità portante		: 1,80
Coeff. R3 capacità portante		: 2,30
Coeff. R1 scorrimento		: 1,00
Coeff. R2 scorrimento		: 1,10
Coeff. R3 scorrimento		: 1,10

Parametri per la verifica a scorrimento delle fondazioni superficiali :

Fattore per l'adesione	$6 < Ca < 10$	: 8
Fattore per attrito ter.-fond.	$5 < \Delta < 10$	: 7
Frazione di spinta passiva f_{Sp}		: 30,00 %

Metodi e parametri per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni superficiali :

Metodo di calcolo tensioni superficiali	: Boussinesq
Modalità d'interferenza dei bulbi tensionali	: Sovrapposizione dei bulbi
Metodo di calcolo dei cedimenti del terreno	: Cedimenti edometrici

ARCHIVIO STRATIGRAFIE :

Indice / Descrizione	: 001 / Nuova stratigrafia n° 1
Numero strati	: 1
Profondità falda	: Assente.

Strato n°	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Effetto Attr. Neg.
1	da 0,0 a -5000,0 cm.	5000,0 cm.	001 / RIPOORTO	Assente

ARCHIVIO TERRENI :

Indice / Descrizione terreno	: 001 / RIPOORTO
Comportamento del terreno	: Condizione drenata

Peso Spec.	Peso Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Coes. non Dren.	Mod. Ed.	Mod. Ela.	Poisson	D.R.	RQD	C. Ades.
daN/cm ²	daN/cm ²	Gradi (°)	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²		%	%	
1,800 E-3	1,900 E-3	25,000	0,000	0,000	250,000	200,000	0,300	70,0	0,0	0,00

DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI SUPERFICIALI :

Elemento	Tipologia	Indice Strat. n°	Prof. Fon. cm	Base cm	Altezza cm	Lung. Elem. cm	Lung. Travata cm
TRAVE N° 1	Trave	001	60,00	40,00	60,00	482,00	1025,00
TRAVE N° 2	Trave	001	60,00	40,00	60,00	543,00	1025,00
TRAVE N° 5	Trave	001	60,00	40,00	60,00	330,00	330,00
TRAVE N° 6	Trave	001	60,00	40,00	60,00	330,00	330,00
TRAVE N° 7	Trave	001	60,00	40,00	60,00	330,00	330,00
TRAVE N° 9	Trave	001	60,00	40,00	60,00	482,00	1025,00
TRAVE N° 10	Trave	001	60,00	40,00	60,00	543,00	1025,00

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI SUPERFICIALI :

Ai fini dei calcoli di portanza le sollecitazioni SLU sismiche saranno considerate moltiplicate per un coef. GammaRD = 1.10

N.B. La relazione è redatta in forma sintetica. Verranno riportate le sole combinazioni maggiormente gravose per ogni verifica.

ELEMENTO : TRAVE N° 1

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
012	SLU STR	No	0,1	-4,9	152,6	-249,1	-10326,4	-0,488	-0,660
020	SLV A1	Si	0,0	3,1	132,9	-318,3	-7475,8	-0,362	-0,425
032	SLV A1	Si	0,0	2,4	329,6	-176,9	-7256,2	-0,354	-0,406

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
012/SLU STR	1 di 1	4009,3	0,038	3047,0	0,082	-0,108	-0,647	-0,160	0,000	0,000	-0,806	0,819
020/SLV A1	1 di 1	3192,2	0,046	2229,9	0,157	-0,108	-0,625	-0,150	0,000	0,000	-0,774	0,603
032/SLV A1	1 di 1	3129,3	0,116	2167,0	0,090	-0,108	-0,596	-0,143	0,000	0,000	-0,739	0,605

ELEMENTO : TRAVE N° 2

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
012	SLU STR	No	0,1	7,8	176,1	246,6	-11082,0	-0,438	-0,693
018	SLV A1	Si	0,1	5,3	140,3	352,5	-8595,8	-0,348	-0,506
028	SLV A1	Si	0,0	0,7	309,9	98,6	-7932,5	-0,328	-0,439

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
012/SLU STR	1 di 1	4358,7	0,040	3263,6	0,076	-0,108	-0,645	-0,159	0,000	0,000	-0,804	0,862
018/SLV A1	1 di 1	3646,1	0,042	2550,9	0,152	-0,108	-0,626	-0,150	0,000	0,000	-0,776	0,718
028/SLV A1	1 di 1	3456,0	0,099	2360,8	0,046	-0,108	-0,604	-0,145	0,000	0,000	-0,750	0,644

ELEMENTO : TRAVE N° 5

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
012	SLU STR	No	-0,2	0,0	-299,8	0,0	-8283,4	-0,584	-0,686
024	SLV A1	Si	-0,1	0,0	-288,0	-100,7	-5488,2	-0,402	-0,436
032	SLV A1	Si	-0,2	0,0	-185,8	-204,8	-5491,5	-0,404	-0,436

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
012/SLU STR	1 di 1	3092,8	0,097	2461,4	0,000	-0,108	-0,644	-0,144	0,000	0,000	-0,788	0,870
024/SLV A1	1 di 1	2291,6	0,138	1660,2	0,067	-0,108	-0,610	-0,134	0,000	0,000	-0,744	0,645
032/SLV A1	1 di 1	2292,5	0,089	1661,2	0,136	-0,108	-0,635	-0,142	0,000	0,000	-0,778	0,616

ELEMENTO : TRAVE N° 6

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
003	SLU STR	No	0,0	0,0	-41,4	0,0	-7705,4	-0,566	-0,612
020	SLV A1	Si	0,0	-0,1	-156,3	-35,5	-5458,8	-0,405	-0,429
028	SLV A1	Si	0,0	0,0	-69,2	-118,4	-5363,7	-0,402	-0,413

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
003/SLU STR	1 di 1	2927,1	0,014	2295,7	0,000	-0,108	-0,684	-0,159	0,000	0,000	-0,843	0,727
020/SLV A1	1 di 1	2283,2	0,075	1651,8	0,024	-0,108	-0,643	-0,146	0,000	0,000	-0,788	0,599

028/SLV A1 1 di 1 2255,9 0,034 1624,5 0,080 -0,108 -0,664 -0,152 0,000 0,000 -0,816 0,556

ELEMENTO : TRAVE N° 7

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
012	SLU STR	No	0,3	0,0	352,7	0,0	-8691,4	-0,607	-0,726
018	SLV A1	Si	0,2	-1,0	325,7	5,0	-6270,5	-0,443	-0,525
028	SLV A1	Si	0,2	0,3	138,2	-124,4	-5892,5	-0,427	-0,467

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
012/SLU STR 1 di 1		3209,7	0,110	2578,4	0,000	-0,108	-0,639	-0,141	0,000	0,000	-0,780	0,931
018/SLV A1 1 di 1		2515,8	0,142	1884,4	0,003	-0,108	-0,611	-0,133	0,000	0,000	-0,744	0,776
028/SLV A1 1 di 1		2407,5	0,063	1776,1	0,077	-0,108	-0,650	-0,147	0,000	0,000	-0,796	0,645

ELEMENTO : TRAVE N° 9

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
012	SLU STR	No	-0,1	-4,9	-152,6	-249,1	-10326,4	-0,488	-0,660
024	SLV A1	Si	-0,1	2,2	0,7	-321,6	-7577,0	-0,367	-0,426
027	SLV A1	Si	-0,2	-1,5	-329,6	-176,9	-8446,5	-0,402	-0,508

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
012/SLU STR 1 di 1		4009,3	0,038	3047,0	0,082	-0,108	-0,647	-0,160	0,000	0,000	-0,806	0,819
024/SLV A1 1 di 1		3221,2	0,000	2258,9	0,157	-0,108	-0,625	-0,149	0,000	0,000	-0,774	0,605
027/SLV A1 1 di 1		3470,5	0,104	2508,1	0,078	-0,108	-0,605	-0,144	0,000	0,000	-0,749	0,747

ELEMENTO : TRAVE N° 10

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
012	SLU STR	No	-0,1	7,8	-176,1	246,6	-11082,0	-0,438	-0,693
021	SLV A1	Si	-0,1	4,1	-140,3	352,5	-8840,9	-0,356	-0,521
031	SLV A1	Si	-0,2	2,6	-309,9	98,6	-9017,9	-0,362	-0,519

Cmb n°	Strato Rot. n°	Ver. TB daN	S.T.B / TB	Ver. TL daN	S.T.L / TL	Sgm. Lt. daN/cm	Qlim q daN/cm	Qlim g daN/cm	Qlim c daN/cm	Qres T daN/cm	QLIM daN/cm	T.T. / QLIM
012/SLU STR 1 di 1		4358,7	0,040	3263,6	0,076	-0,108	-0,645	-0,159	0,000	0,000	-0,804	0,862
021/SLV A1 1 di 1		3716,3	0,042	2621,2	0,148	-0,108	-0,627	-0,150	0,000	0,000	-0,777	0,737
031/SLV A1 1 di 1		3767,1	0,090	2671,9	0,041	-0,108	-0,611	-0,147	0,000	0,000	-0,757	0,754

VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI SUPERFICIALI :

ELEMENTO : TRAVE N° 1

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
057	SLD	Si	0,2	-3,3	-181,1	-55,2	-8772,3	-0,414	-0,541
060	SLD	Si	0,0	3,6	377,2	-194,2	-7020,3	-0,339	-0,396

Cedimento massimo = -0.13 cm in Cmb n° 057

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 060

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm
057/SLD	Si	0.0 CE	-0,418	-0,91	60.2 CE	-0,379	-0,92	120.5 CE	-0,347	-0,81
		180.7 CE	-0,327	-0,76	241.0 CE	-0,320	-0,68	301.2 CE	-0,325	-0,76
		361.5 CE	-0,339	-0,80	421.7 CE	-0,353	-0,90	482.0 CE	-0,357	-1,27
		0.0 SX	-0,402	-1,05	60.2 SX	-0,364	-0,75	120.5 SX	-0,333	-0,64
		180.7 SX	-0,313	-0,53	241.0 SX	-0,306	-0,51	301.2 SX	-0,313	-0,52
		361.5 SX	-0,327	-0,63	421.7 SX	-0,341	-0,82	482.0 SX	-0,346	-1,30
		0.0 DX	-0,433	-0,49	60.2 DX	-0,394	-0,69	120.5 DX	-0,362	-0,63
		180.7 DX	-0,341	-0,53	241.0 DX	-0,333	-0,52	301.2 DX	-0,338	-0,53
		361.5 DX	-0,351	-0,62	421.7 DX	-0,365	-0,69	482.0 DX	-0,368	-0,79
		0.0 CE	-0,280	-0,59	60.2 CE	-0,256	-0,58	120.5 CE	-0,240	-0,52
060/SLD	Si	180.7 CE	-0,233	-0,45	241.0 CE	-0,237	-0,45	301.2 CE	-0,250	-0,53
		361.5 CE	-0,267	-0,58	421.7 CE	-0,283	-0,73	482.0 CE	-0,288	-0,97
		0.0 SX	-0,283	-0,70	60.2 SX	-0,259	-0,47	120.5 SX	-0,242	-0,40
		180.7 SX	-0,235	-0,33	241.0 SX	-0,239	-0,33	301.2 SX	-0,251	-0,35
		361.5 SX	-0,268	-0,45	421.7 SX	-0,283	-0,61	482.0 SX	-0,288	-1,01

0.0 DX	-0,277	-0,29	60.2 DX	-0,253	-0,43	120.5 DX	-0,237	-0,34
180.7 DX	-0,231	-0,33	241.0 DX	-0,236	-0,33	301.2 DX	-0,249	-0,35
361.5 DX	-0,266	-0,44	421.7 DX	-0,282	-0,49	482.0 DX	-0,288	-0,64

ELEMENTO : TRAVE N° 2

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
052	SLD	Si	0,0	-2,4	451,7	22,7	-7625,2	-0,314	-0,413
057	SLD	Si	0,2	4,3	-142,4	150,1	-9314,2	-0,371	-0,550

Cedimento massimo = -0.13 cm in Cmb n° 057

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 052

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm
052/SLD	Si	0.0 CE	-0,290	-0,98	54.3 CE	-0,279	-0,73	108.6 CE	-0,260	-0,57
		162.9 CE	-0,239	-0,51	217.2 CE	-0,221	-0,42	271.5 CE	-0,209	-0,40
		325.8 CE	-0,208	-0,40	380.1 CE	-0,218	-0,42	434.4 CE	-0,238	-0,52
		488.7 CE	-0,267	-0,61	543.0 CE	-0,302	-0,63	0.0 SX	-0,290	-1,02
		54.3 SX	-0,279	-0,62	108.6 SX	-0,260	-0,44	162.9 SX	-0,239	-0,34
		217.2 SX	-0,222	-0,31	271.5 SX	-0,211	-0,30	325.8 SX	-0,210	-0,30
		380.1 SX	-0,220	-0,31	434.4 SX	-0,240	-0,40	488.7 SX	-0,270	-0,50
		543.0 SX	-0,305	-0,74	0.0 DX	-0,290	-0,64	54.3 DX	-0,279	-0,49
		108.6 DX	-0,260	-0,43	162.9 DX	-0,238	-0,34	217.2 DX	-0,220	-0,31
		271.5 DX	-0,208	-0,29	325.8 DX	-0,207	-0,29	380.1 DX	-0,216	-0,31
		434.4 DX	-0,235	-0,34	488.7 DX	-0,264	-0,44	543.0 DX	-0,299	-0,31
		0.0 CE	-0,357	-1,27	54.3 CE	-0,343	-0,89	108.6 CE	-0,322	-0,77
		162.9 CE	-0,299	-0,64	217.2 CE	-0,283	-0,60	271.5 CE	-0,275	-0,59
		325.8 CE	-0,282	-0,60	380.1 CE	-0,302	-0,65	434.4 CE	-0,335	-0,79
057/SLD	Si	488.7 CE	-0,379	-0,92	543.0 CE	-0,428	-0,93	0.0 SX	-0,346	-1,30
		54.3 SX	-0,332	-0,82	108.6 SX	-0,310	-0,61	162.9 SX	-0,287	-0,48
		217.2 SX	-0,270	-0,45	271.5 SX	-0,263	-0,44	325.8 SX	-0,269	-0,46
		380.1 SX	-0,289	-0,49	434.4 SX	-0,322	-0,62	488.7 SX	-0,365	-0,76
		543.0 SX	-0,414	-1,07	0.0 DX	-0,368	-0,79	54.3 DX	-0,355	-0,68
		108.6 DX	-0,333	-0,60	162.9 DX	-0,311	-0,49	217.2 DX	-0,295	-0,46
		271.5 DX	-0,288	-0,45	325.8 DX	-0,295	-0,46	380.1 DX	-0,315	-0,50
		434.4 DX	-0,349	-0,55	488.7 DX	-0,393	-0,69	543.0 DX	-0,442	-0,50

ELEMENTO : TRAVE N° 5

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
057	SLD	Si	-0,2	-0,4	-84,6	234,6	-6300,9	-0,424	-0,549
060	SLD	Si	-0,2	0,5	-199,4	-234,6	-5420,7	-0,386	-0,438

Cedimento massimo = -0.10 cm in Cmb n° 057

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 060

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm	Cedimenti mm
057/SLD	Si	0.0 CE	-0,427	-0,91	55.0 CE	-0,386	-0,93	110.0 CE	-0,352	-0,83
		165.0 CE	-0,328	-0,79	220.0 CE	-0,349	-0,83	275.0 CE	-0,381	-0,92
		330.0 CE	-0,421	-0,90	0.0 SX	-0,441	-0,49	55.0 SX	-0,399	-0,70
		110.0 SX	-0,364	-0,65	165.0 SX	-0,339	-0,62	220.0 SX	-0,361	-0,64
		275.0 SX	-0,393	-0,69	330.0 SX	-0,434	-0,49	0.0 DX	-0,414	-1,05
		55.0 DX	-0,374	-0,77	110.0 DX	-0,340	-0,66	165.0 DX	-0,316	-0,62
		220.0 DX	-0,337	-0,65	275.0 DX	-0,369	-0,76	330.0 DX	-0,408	-1,03
		0.0 CE	-0,287	-0,59	55.0 CE	-0,295	-0,65	110.0 CE	-0,305	-0,65
060/SLD	Si	165.0 CE	-0,320	-0,66	220.0 CE	-0,308	-0,66	275.0 CE	-0,300	-0,66
		330.0 CE	-0,293	-0,60	0.0 SX	-0,296	-0,30	55.0 SX	-0,304	-0,48
		110.0 SX	-0,314	-0,49	165.0 SX	-0,330	-0,50	220.0 SX	-0,318	-0,50
		275.0 SX	-0,310	-0,49	330.0 SX	-0,302	-0,30	0.0 DX	-0,278	-0,67
		55.0 DX	-0,286	-0,52	110.0 DX	-0,295	-0,49	165.0 DX	-0,310	-0,50
		220.0 DX	-0,298	-0,50	275.0 DX	-0,291	-0,53	330.0 DX	-0,284	-0,68

ELEMENTO : TRAVE N° 6

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm	T.T. max daN/cm
057	SLD	Si	0,0	0,0	17,1	155,2	-5740,0	-0,406	-0,476
071	SLE rare	No	0,0	0,0	-34,9	0,0	-5278,6	-0,387	-0,422

Cedimento massimo = -0.13 cm in Cmb n° 057

Cedimento minimo = -0.05 cm in Cmb n° 071

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm
057/SLD	Si	0.0 CE	-0,366	-1,27	55.0 CE	-0,336	-1,02	110.0 CE	-0,313	-0,79
		165.0 CE	-0,300	-0,74	220.0 CE	-0,314	-0,79	275.0 CE	-0,336	-1,02
		330.0 CE	-0,366	-1,27	0.0 SX	-0,368	-1,18	55.0 SX	-0,338	-0,85
		110.0 SX	-0,315	-0,63	165.0 SX	-0,301	-0,59	220.0 SX	-0,316	-0,63
		275.0 SX	-0,338	-0,85	330.0 SX	-0,368	-1,18	0.0 DX	-0,364	-1,17
		55.0 DX	-0,334	-0,85	110.0 DX	-0,312	-0,63	165.0 DX	-0,298	-0,59
		220.0 DX	-0,312	-0,63	275.0 DX	-0,334	-0,85	330.0 DX	-0,364	-1,17
071/SLE rare	No	0.0 CE	-0,312	-1,02	55.0 CE	-0,296	-0,83	110.0 CE	-0,285	-0,71
		165.0 CE	-0,280	-0,68	220.0 CE	-0,285	-0,71	275.0 CE	-0,296	-0,83
		330.0 CE	-0,312	-1,02	0.0 SX	-0,314	-0,94	55.0 SX	-0,298	-0,68
		110.0 SX	-0,286	-0,56	165.0 SX	-0,282	-0,47	220.0 SX	-0,286	-0,56
		275.0 SX	-0,298	-0,68	330.0 SX	-0,314	-0,94	0.0 DX	-0,310	-0,94
		55.0 DX	-0,294	-0,67	110.0 DX	-0,283	-0,56	165.0 DX	-0,279	-0,47
		220.0 DX	-0,283	-0,56	275.0 DX	-0,294	-0,67	330.0 DX	-0,310	-0,94

ELEMENTO : TRAVE N° 7

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ^q	T.T. max daN/cm ^q
049	SLD	Si	0,2	0,4	238,2	267,9	-6611,9	-0,440	-0,580
052	SLD	Si	0,2	0,4	124,8	-267,9	-5714,3	-0,404	-0,466

Cedimento massimo = -0.11 cm in Cmb n° 049

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 052

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm
049/SLD	Si	0.0 CE	-0,453	-0,96	55.0 CE	-0,410	-0,99	110.0 CE	-0,375	-0,88
		165.0 CE	-0,349	-0,84	220.0 CE	-0,372	-0,88	275.0 CE	-0,405	-0,98
		330.0 CE	-0,448	-0,95	0.0 SX	-0,434	-1,09	55.0 SX	-0,392	-0,81
		110.0 SX	-0,357	-0,69	165.0 SX	-0,332	-0,65	220.0 SX	-0,354	-0,69
		275.0 SX	-0,387	-0,80	330.0 SX	-0,429	-1,08	0.0 DX	-0,472	-0,52
		55.0 DX	-0,429	-0,75	110.0 DX	-0,392	-0,69	165.0 DX	-0,366	-0,66
		220.0 DX	-0,389	-0,68	275.0 DX	-0,424	-0,74	330.0 DX	-0,467	-0,52
052/SLD	Si	0.0 CE	-0,310	-0,63	55.0 CE	-0,317	-0,70	110.0 CE	-0,327	-0,70
		165.0 CE	-0,342	-0,71	220.0 CE	-0,330	-0,70	275.0 CE	-0,322	-0,71
		330.0 CE	-0,315	-0,64	0.0 SX	-0,296	-0,71	55.0 SX	-0,303	-0,56
		110.0 SX	-0,311	-0,53	165.0 SX	-0,326	-0,53	220.0 SX	-0,314	-0,53
		275.0 SX	-0,307	-0,63	330.0 SX	-0,301	-0,72	0.0 DX	-0,324	-0,32
		55.0 DX	-0,332	-0,52	110.0 DX	-0,342	-0,53	165.0 DX	-0,358	-0,54
		220.0 DX	-0,345	-0,53	275.0 DX	-0,337	-0,53	330.0 DX	-0,330	-0,33

ELEMENTO : TRAVE N° 9

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ^q	T.T. max daN/cm ^q
057	SLD	Si	-0,2	-2,9	-378,0	-41,6	-8737,8	-0,413	-0,535
064	SLD	Si	0,0	3,2	206,2	-208,7	-7060,3	-0,343	-0,397

Cedimento massimo = -0.13 cm in Cmb n° 057

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 064

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm ^q	Cedimenti mm
057/SLD	Si	0.0 CE	-0,412	-0,90	60.2 CE	-0,375	-0,91	120.5 CE	-0,344	-0,81
		180.7 CE	-0,325	-0,69	241.0 CE	-0,319	-0,68	301.2 CE	-0,325	-0,75
		361.5 CE	-0,338	-0,80	421.7 CE	-0,353	-0,90	482.0 CE	-0,357	-1,27
		0.0 SX	-0,427	-0,49	60.2 SX	-0,390	-0,69	120.5 SX	-0,359	-0,63
		180.7 SX	-0,339	-0,53	241.0 SX	-0,332	-0,52	301.2 SX	-0,337	-0,53
		361.5 SX	-0,351	-0,62	421.7 SX	-0,365	-0,69	482.0 SX	-0,369	-0,79
		0.0 DX	-0,396	-1,04	60.2 DX	-0,360	-0,74	120.5 DX	-0,330	-0,63
064/SLD	Si	180.7 DX	-0,311	-0,52	241.0 DX	-0,305	-0,51	301.2 DX	-0,312	-0,52
		361.5 DX	-0,326	-0,63	421.7 DX	-0,341	-0,82	482.0 DX	-0,346	-1,30
		0.0 CE	-0,282	-0,59	60.2 CE	-0,259	-0,58	120.5 CE	-0,243	-0,53
		180.7 CE	-0,236	-0,45	241.0 CE	-0,240	-0,46	301.2 CE	-0,251	-0,54
		361.5 CE	-0,268	-0,58	421.7 CE	-0,284	-0,73	482.0 CE	-0,288	-0,97
		0.0 SX	-0,280	-0,29	60.2 SX	-0,257	-0,43	120.5 SX	-0,241	-0,34
		180.7 SX	-0,235	-0,33	241.0 SX	-0,238	-0,34	301.2 SX	-0,251	-0,35
		361.5 SX	-0,268	-0,44	421.7 SX	-0,283	-0,49	482.0 SX	-0,288	-0,64
		0.0 DX	-0,284	-0,70	60.2 DX	-0,261	-0,48	120.5 DX	-0,245	-0,41
		180.7 DX	-0,238	-0,33	241.0 DX	-0,241	-0,34	301.2 DX	-0,252	-0,41
		361.5 DX	-0,269	-0,45	421.7 DX	-0,284	-0,61	482.0 DX	-0,288	-1,01

ELEMENTO : TRAVE N° 10

Cmb n°	Tipologia	Sismica	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm^q	T.T. max daN/cm^q
052	SLD	Si	0,0	-1,7	224,7	48,5	-7654,1	-0,315	-0,419
057	SLD	Si	-0,2	3,8	-371,8	262,4	-9285,2	-0,370	-0,544

Cedimento massimo = -0.13 cm in Cmb n° 057

Cedimento minimo = -0.03 cm in Cmb n° 052

Cmb	Sismico	Nodo n°	Car.Netto daN/cm^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm^q	Cedimenti mm	Nodo n°	Car.Netto daN/cm^q	Cedimenti mm
052/SLD	Si	0.0 CE	-0,290	-0,98	54.3 CE	-0,278	-0,73	108.6 CE	-0,260	-0,57
		162.9 CE	-0,239	-0,51	217.2 CE	-0,222	-0,42	271.5 CE	-0,210	-0,40
		325.8 CE	-0,210	-0,40	380.1 CE	-0,219	-0,42	434.4 CE	-0,240	-0,52
		488.7 CE	-0,271	-0,62	543.0 CE	-0,308	-0,64	0.0 SX	-0,290	-0,64
		54.3 SX	-0,278	-0,49	108.6 SX	-0,260	-0,43	162.9 SX	-0,239	-0,34
		217.2 SX	-0,221	-0,31	271.5 SX	-0,209	-0,30	325.8 SX	-0,208	-0,30
		380.1 SX	-0,217	-0,31	434.4 SX	-0,238	-0,34	488.7 SX	-0,268	-0,45
		543.0 SX	-0,305	-0,31	0.0 DX	-0,289	-1,02	54.3 DX	-0,278	-0,62
		108.6 DX	-0,260	-0,44	162.9 DX	-0,240	-0,34	217.2 DX	-0,223	-0,31
		271.5 DX	-0,212	-0,30	325.8 DX	-0,211	-0,30	380.1 DX	-0,221	-0,31
		434.4 DX	-0,242	-0,41	488.7 DX	-0,273	-0,51	543.0 DX	-0,311	-0,76
		0.0 CE	-0,357	-1,27	54.3 CE	-0,344	-0,89	108.6 CE	-0,322	-0,77
057/SLD	Si	162.9 CE	-0,298	-0,64	217.2 CE	-0,282	-0,60	271.5 CE	-0,274	-0,59
		325.8 CE	-0,281	-0,60	380.1 CE	-0,300	-0,64	434.4 CE	-0,333	-0,79
		488.7 CE	-0,375	-0,91	543.0 CE	-0,423	-0,92	0.0 SX	-0,369	-0,79
		54.3 SX	-0,355	-0,69	108.6 SX	-0,334	-0,60	162.9 SX	-0,310	-0,49
		217.2 SX	-0,294	-0,46	271.5 SX	-0,287	-0,45	325.8 SX	-0,294	-0,46
		380.1 SX	-0,313	-0,49	434.4 SX	-0,346	-0,55	488.7 SX	-0,389	-0,68
		543.0 SX	-0,436	-0,49	0.0 DX	-0,346	-1,30	54.3 DX	-0,333	-0,82
		108.6 DX	-0,310	-0,61	162.9 DX	-0,287	-0,48	217.2 DX	-0,269	-0,45
		271.5 DX	-0,262	-0,44	325.8 DX	-0,268	-0,45	380.1 DX	-0,287	-0,49
		434.4 DX	-0,319	-0,62	488.7 DX	-0,362	-0,76	543.0 DX	-0,409	-1,06