

Bettinardi
Architettura

+39 049 595 73 63
info@studiobettinardi.it
p. iva: 03976190284

IT - 35010
Carmignano di Brenta
Padova
via del Popolo, 6

studiobettinardi.it

committente



COMUNE DI NOVE
PROVINCIA DI VICENZA

progetto

RISTRUTTURAZIONE CENTRO ANFFAS DI VIA NODARI
36055 - Nove (VI) - via Luigi Nodari n. 33

PROGETTO ESECUTIVO

denominazione

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE IN C.A.

allegato

F



Arch. Leonardo Bettinardi
n°2202 Ordine degli Architetti P. P. e C. di Padova

novembre 2023

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE IN C.A**

Capitolo 1

RELAZIONE DI CALCOLO

Sommario:

Descrizione generale dell'opera -----	3
Normativa di riferimento -----	3
Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento -----	3
Materiali impiegati e resistenze di calcolo -----	4
Terreno di fondazione -----	5
Analisi dei carichi -----	5
Valutazione dell'azione sismica -----	5
Spettri di risposta -----	6
Elementi di fondazione -----	7
Metodo di analisi e criteri di verifica -----	8
Percentuali Spostamento masse impalcati -----	8
Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale -----	8
Periodi di vibrazione e Masse modali -----	9
Azioni sulla struttura -----	10
Scenario di calcolo -----	12
Codice di calcolo impiegato -----	15
Verifica degli elementi strutturali -----	16
Criteri di verifica -----	17
Validazione del calcolo -----	19
Informazioni dell'elaborazione -----	19
Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza -----	20

Descrizione generale dell'opera

La struttura oggetto del presente calcolo è ubicata in NOVE (prov. di Vicenza) in Via Luigi Nodari, 33. L'area è censita catastalmente al foglio 8, mappale 96. La struttura, che in pianta ha una forma rettangolare, ha dimensioni 3,88 m x 2,06 m ed una altezza totale strutturale di 40 cm. Il piano delle fondazioni si trova a circa 75 cm al di sotto del piano campagna attuale, in fase di realizzazione sfruttando la pendenza del sito verranno asportati circa 60 cm di terreno e la fondazione a platea verrà attestata su piano in magrone in modo da raggiungere le caratteristiche tecniche migliori per la sua realizzazione.

La struttura sarà di supporto per l'installazione della piattaforma elevatrice per il superamento delle barriere architettoniche.

Normativa di riferimento

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

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

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

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

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

Legge regionale

titolo_legge_regionale

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

Nel seguito denominate NT (norme tecniche)

Nel caso in cui la progettazione coinvolga anche azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) sono state condotte adottando l'Approccio Progettuale 2 previsto dalle NT.

Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

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

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

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

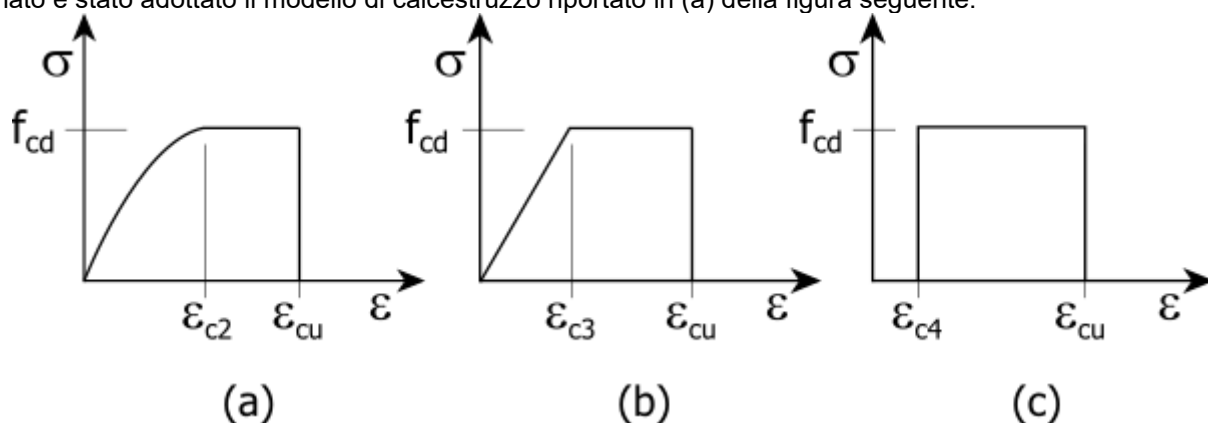
Materiali impiegati e resistenze di calcolo

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

Materiali		
C25/30		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cm ²	3E05
Modulo di Poisson n		0.13
Coefficiente di dilatazione termica l	1/°C	1e-05

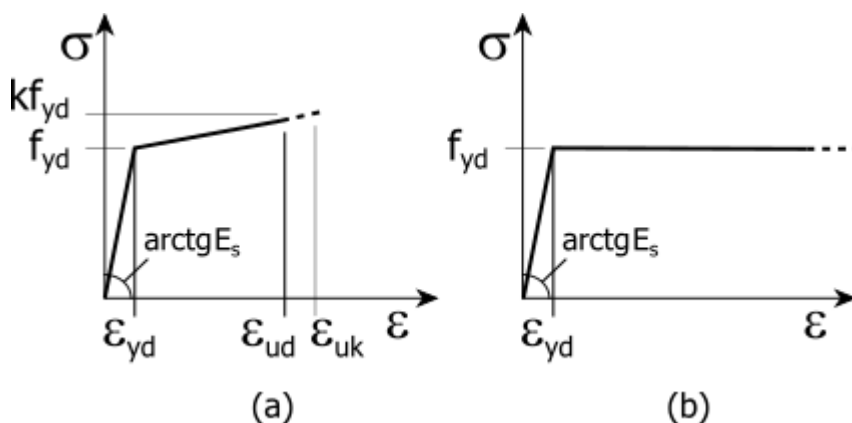
Caratteristiche dei materiali delle parti in calcestruzzo armato		
Classe calcestruzzo		Classe C25/30
Resistenza cubica R_{ck}	kg/cmq	300
Resistenza di calcolo f_{cd}	kg/cmq	141
Resistenza a trazione di calcolo f_{ctd}	kg/cmq	12
Resistenza cilindrica f_{ck}	kg/cmq	249
Resistenza a trazione media f_{ctm}	kg/cmq	26
Classe acciaio barre longitudinali		Acciaio barre B450C
Resistenza allo snervamento f_{yk}	kg/cmq	≥ 4500
Resistenza alla rottura barre f_{tk}	kg/cmq	≥ 5400
Classe acciaio staffe		Acciaio barre B450C
Resistenza allo snervamento f_{yk}	kg/cmq	≥ 4500
Resistenza alla rottura barre f_{tk}	kg/cmq	≥ 5400

I diagrammi costitutivi del calcestruzzo e dell'acciaio per calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al punto 4.1.2.1.2 delle NT; in particolare per le verifiche delle sezioni in calcestruzzo armato è stato adottato il modello di calcestruzzo riportato in (a) della figura seguente:



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

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



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

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

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

Terreno di fondazione

Le fondazioni del fabbricato in oggetto sono costituite da ghiaia e sabbia a maggior resistenza. Dalla Relazione Geologica redatta dal geologo Lilia Viero risulta che nell'area in oggetto, si ha un terreno con la seguente stratigrafia:

N°	s	G	GSat.	Ø	A	OC R	c	cu	Eed	nu	Note
	cm	kg/mc	kg/mc	°			kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq		
1	100	1900	2000	15	No	--	0.06	0.00	2E02	0.3	Strato 1
2	120 0	2000	2000	30	No	--	0.10	0.00	2E02	0.3	Strato 2

N° = Numero strato, s = spessore, G = peso specifico, GSat. = peso specifico saturo, OCR = grado di sovraconsolidazione, A = Addensato, c = coesione, cu = coesione non drenata, Eed = modulo edometrico, nu = coefficiente di Poisson

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

Analisi dei carichi

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

I carichi adottati sono i seguenti:

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

Valutazione dell'azione sismica

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 delle NT. La valutazione degli spettri di risposta per un dato Stato Limite avviene attraverso le seguenti fasi:

- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, in base alle quali si determina il Periodo di Riferimento dell'azione sismica.
- Determinazione, attraverso latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base a_g , F_o e T_c^* per lo Stato Limite di interesse; l'individuazione è stata effettuata interpolando i dati relativi ai 4 punti più vicini al punto di riferimento dell'edificio, secondo quanto disposto dall'allegato alle NTC "Pericolosità Sismica", dove:
 - a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
 - F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
 - T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica.
- Calcolo del periodo T_c corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

I dati così calcolati sono stati utilizzati per determinare gli Spettri di Progetto nelle verifiche agli Stati Limite considerati, per ogni direzione dell'azione sismica.

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

Spettri di risposta

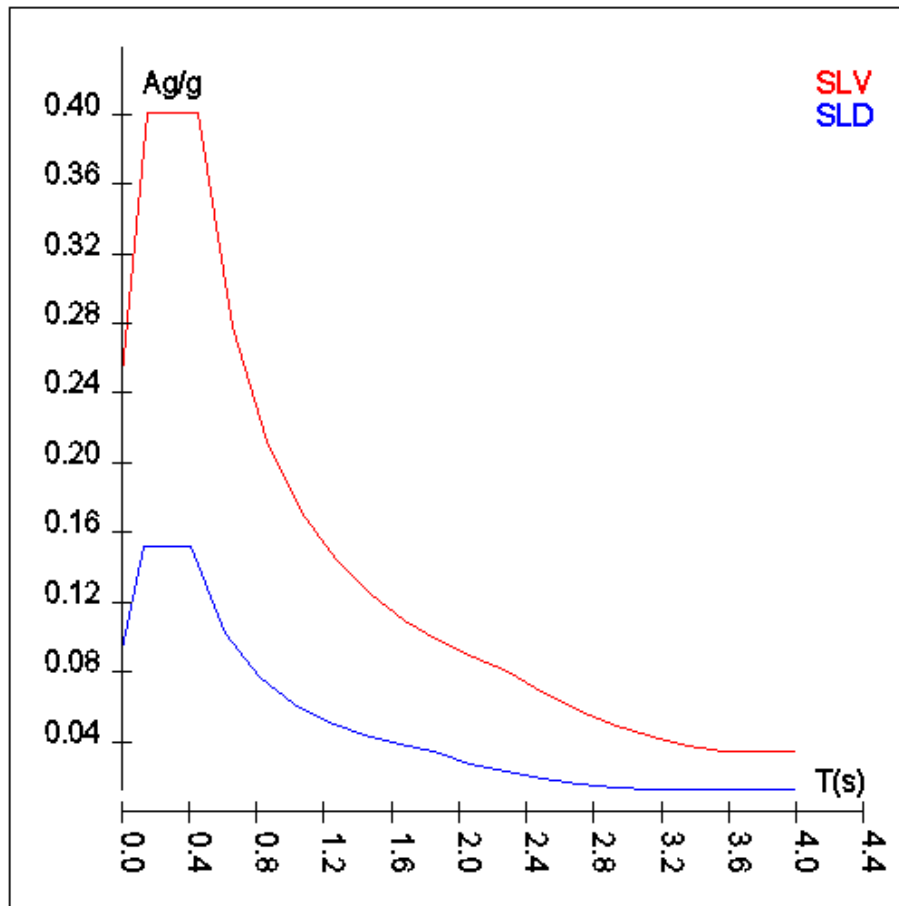
Spettro: **SpettroNT_2018 (q=1.5)**

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

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso CU	1.000

Periodo di riferimento VR [anni]	50.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLD	63.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLD [anni]	50.0
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	475.0
Parametri del sito	
Comune	Nove (VI)
Longitudine	11.6793
Latitudine	45.7246
Id reticolo del sito	11408-11407-11186-11185
Valori di riferimento del sito	
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLD (TR=50.0)	0.0618
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLD (TR=50.0)	2.4636
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T [*] C [s] - SLD (TR=50.0)	0.250
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLV (TR=475.0)	0.1723
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLV (TR=475.0)	2.4000
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T [*] C [s] - SLV (TR=475.0)	0.292
Coefficiente Amplificazione Topografica St	1.000
Categoria terreno	C
Stato limite SLV	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.45
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.15
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.46
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	2.29
Stato limite SLD	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.50
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.14
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.41
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.85
Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B
Tipo struttura	Cemento armato
Fattore di riduzione per regolarità in altezza Kr- Struttura non regolare	0.800000
Fattore di riduzione per rottura pareti Kw	1.000
Regolare in pianta	SI
Coefficiente moltiplicativo Ce - struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	3.000
Au/A1 - Telaio + piani + campate	1.300
Fattore di comportamento q = Kw*Kr*q0=Kw*Kr*Ce*Au/A1	1.500
Fattore di comportamento (SLD)	
q	1.500

T SLV [s]	Sd SLV[a/g]	T SLD [s]	Sd SLD[a/g]
0.00000	0.25020	0.00000	0.09263
0.15327	0.40031	0.13826	0.15213
0.45981	0.40031	0.41477	0.15213
0.66308	0.27759	0.61938	0.10188
0.86636	0.21246	0.82398	0.07658
1.06964	0.17208	1.02859	0.06135
1.27292	0.14460	1.23319	0.05117
1.47620	0.12469	1.43780	0.04389
1.67948	0.10960	1.64240	0.03842
1.88276	0.09776	1.84701	0.03416
2.08604	0.08824	2.06231	0.02740
2.28932	0.08040	2.27760	0.02247
2.50315	0.06725	2.49290	0.01875
2.71699	0.05708	2.70820	0.01589
2.93082	0.04906	2.92350	0.01364
3.14466	0.04261	3.13880	0.01235
3.35849	0.03736	3.35410	0.01235
3.57233	0.03447	3.56940	0.01235
3.78616	0.03447	3.78470	0.01235
4.00000	0.03447	4.00000	0.01235



Elementi di fondazione

Il calcolo della struttura di fondazione è condotto considerando le azioni che la struttura sovrastante le trasmette amplificate per un g_{Rd} pari a 1,1 in CD "B" e 1,3 in CD "A", e comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di comportamento per struttura non dissipativa ($1 < q < 1.5$) e non maggiori delle resistenze degli elementi sovrastanti la fondazione. Le precedenti limitazioni comprendono anche il caso di struttura calcolata con spettro elastico o con fattore di comportamento q relativo a struttura non dissipativa.

Metodo di analisi e criteri di verifica

Il calcolo delle azioni sismiche è stato eseguito in analisi dinamica modale, considerando il comportamento della struttura in regime elastico lineare. Le masse sono applicate nei nodi del modello. Tali masse sono ottenute considerando le reazioni vincolari di incastro perfetto che si ottengono per effetto dei carichi agenti sulle membrature che collegano i nodi. La risposta massima di una generica caratteristica E , conseguente alla sovrapposizione dei modi, è valutata con la tecnica della combinazione probabilistica definita CQC (Complete Quadratic Combination - Combinazione Quadratica Completa):

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

con:

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

dove:

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

Le sollecitazioni derivanti da tali azioni sono state calcolate considerando varie posizioni del baricentro delle masse e composte secondo diverse combinazioni di posizioni prestabilite, come riportato in seguito; il risultato di tali combinazioni, successivamente, è stato composto con quello derivante dai carichi non sismici, secondo le varie combinazioni di carico probabilistiche.

Per tener conto dell'aleatorietà della posizione del baricentro delle masse, per ogni impalcato si è considerato uno spostamento del centro di massa dalla sua posizione originaria di una quantità pari a una percentuale della dimensione della struttura nella direzione considerata. Le azioni risultanti dai calcoli per le varie posizioni delle masse, in fase di verifica vengono combinate al fine di ottenere le azioni più sfavorevoli; di seguito vengono riportate sia le posizioni che le combinazioni delle masse. Le due tabelle vanno lette nel seguente modo:

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

Percentuali Spostamento masse impalcati

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

Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Comb.	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0.3
2	1	2	0.3	1	0.3
3	1	2	0.3	0.3	1
4	1	4	1	0.3	0.3
5	1	4	0.3	1	0.3
6	1	4	0.3	0.3	1
7	3	2	1	0.3	0.3
8	3	2	0.3	1	0.3
9	3	2	0.3	0.3	1
10	3	4	1	0.3	0.3
11	3	4	0.3	1	0.3
12	3	4	0.3	0.3	1

Comb. Numero di combinazione dei sismi
 Pos. SismaX Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X
 Pos. SismaY Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y
 Fx Fattore con cui il sisma X partecipa
 Fy Fattore con cui il sisma Y partecipa
 Fz Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

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

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

Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
	s		kgm*g	

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm*g	

Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm*g	

Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T s	Coeff. Partecipazione		Masse Modali kgm*g		Percentuali	
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm*g	

Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
---	---	-----------------------	--------------	-------------

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
	s			kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm*g	

Azioni sulla struttura

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del **D.M. 17.01.2018**. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, sono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste. In presenza di platee il tamponamento è inserito considerando delle aste a sezione nulla la cui funzione è quella di ripartire il carico sui nodi degli elementi della platea ad essa collegati. Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite. Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

I solai, oltre a generare le condizioni di carico per carichi fissi e variabili, generano anche altre condizioni di carico che derivano dal carico accidentale moltiplicato per i coefficienti di contemporaneità y_0 , y_1 e y_2 da utilizzare per le varie combinazioni di carico e per la determinazione delle masse sismiche.

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

Descrizione	Tipo
Peso Proprio	Automatica
QP Solai	Automatica
QFissi Solai	Automatica
QV Solai	Automatica
QV SolaiPsi0	Automatica
QV SolaiPsi1	Automatica
QV SolaiPsi2	Automatica
Tamponamento	Automatica
Spinta terreno	Utente
scale	Utente

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

- Il nome della combinazione di carico.
- Il tipo di analisi svolta:
 - STR=Strutturale,
 - Statica STR=Sismica statica Strutturale,
 - Modale STR=Sismica modale strutturale,
 - SLE Rara=Stato Limite Esercizio combinazione rara,
 - SLE Freq=Stato Limite Esercizio combinazione frequente,

- SLE Q.Perm=Stato Limite Esercizio combinazione quasi Permanente,
- GEO=Geotecnica,
- Statica GEO=Sismica Statica Geotecnica,
- Modale GEO=Sismica modale Geotecnica,
- STR+GEO=Strutturale+Geotecnica,
- Statica STR+GEO=Sismica Statica Strutturale+Geotecnica,
- Modale STR+GEO=Sismica modale Strutturale+Geotecnica,
- Modale SLE= Combinazione sismica modale con spettro di progetto SLD,
- Statica SLE=Combinazione sismica statica con spettro di progetto SLD.

I termini "**Strutturale**", "**Geotecnica**" e "**Strutturale+Geotecnica**" indicano rispettivamente che la combinazione è usata dal programma per la determinazione delle verifiche di resistenza degli elementi strutturali, delle sole verifiche geotecniche, sia per le verifiche strutturali che geotecniche.

- Lo spettro usato, se sismica.
- Il fattore amplificativo del sisma.
- L'angolo di ingresso del sisma, se trattasi di analisi sismica.
- Il nome della condizione di carico.
- Il fattore di combinazione per i carichi verticali.
- Se la condizione (con il suo coefficiente di peso) è inclusa nella combinazione (colonna Attiva).
- Se la condizione partecipa alla determinazione della massa (colonna Massa).
- Il fattore con cui partecipa alla determinazione della massa (se non è esclusa dalla determinazione della massa).

Scenario di calcolo

Scenario : Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Combinazione n° 1: **Permanenti**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.60

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
scale	1	No	n.a.	n.a.

Combinazione n° 2: **AD QVSolai**

Tipo: STR+GEO

Spettro: n.a.

Fattore sisma: n.a.

Angolo ingresso sisma [°]: n.a.

Kmod: 0.80

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1.3	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1.3	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1.5	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1.5	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1.3	Si	n.a.	n.a.
scale	1.5	Si	n.a.	n.a.

Combinazione n° 3: **SISMAX1_SLV**
 Tipo: Modale STR+GEO
 Spettro: SpettroNT_ 2018 (q=1.5)
 Fattore sisma: 1.00
 Angolo ingresso sisma [°]: 0
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	Si	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
scale	0.6	Si	Si	0.6

Combinazione n° 4: **SISMAY1_SLV**
 Tipo: Modale STR+GEO
 Spettro: SpettroNT_ 2018 (q=1.5)
 Fattore sisma: 1.00
 Angolo ingresso sisma [°]: 90
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
scale	0.6	Si	Si	0.6

Combinazione n° 5: **SISMAX2_SLV**
 Tipo: Modale STR+GEO
 Spettro: SpettroNT_ 2018 (q=1.5)
 Fattore sisma: 1.00
 Angolo ingresso sisma [°]: 0
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
scale	0.6	Si	Si	0.6

Combinazione n° 6: **SISMAY2_SLV**
 Tipo: Modale STR+GEO
 Spettro: SpettroNT_ 2018 (q=1.5)

Fattore sisma: 1.00
 Angolo ingresso sisma [°]: 90
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	No	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
scale	0.6	Si	Si	0.6

Combinazione n° 7: AD QVSolai

Tipo: SLE Rara
 Spettro: n.a.
 Fattore sisma: n.a.
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
scale	0.5	Si	n.a.	n.a.

Combinazione n° 8: AD QVSolai

Tipo: SLE Freq.
 Spettro: n.a.
 Fattore sisma: n.a.
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	Si	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	No	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
scale	1	No	n.a.	n.a.

Combinazione n° 9: Quasi P1

Tipo: SLE Q.Perm.
 Spettro: n.a.
 Fattore sisma: n.a.
 Angolo ingresso sisma [°]: n.a.
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	n.a.	n.a.
QP Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QFissi Solai	1	Si	n.a.	n.a.
QV Solai	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi0	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi1	1	No	n.a.	n.a.
QV SolaiPsi2	1	Si	n.a.	n.a.
Tamponamento	1	Si	n.a.	n.a.
Spinta terreno	1	Si	n.a.	n.a.
scale	1	No	n.a.	n.a.

Combinazione n° 10: SISMAX_SLD
 Tipo: Modale SLE
 Spettro: SpettroNT_ 2018 (q=1.5)
 Fattore sisma: 1.00
 Angolo ingresso sisma [°]: 0
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
scale	0.6	Si	Si	0.6

Combinazione n° 11: SISMAX_SLD
 Tipo: Modale SLE
 Spettro: SpettroNT_ 2018 (q=1.5)
 Fattore sisma: 1.00
 Angolo ingresso sisma [°]: 90
 Kmod: 1.00

Condizione di carico	Fattore di combinazione	Attiva	Massa	Fattore massa
Peso Proprio	1	Si	Si	1
QP Solai	1	Si	Si	1
QFissi Solai	1	Si	Si	1
QV Solai	1	No	No	1
QV SolaiPsi0	1	No	No	1
QV SolaiPsi1	1	No	No	1
QV SolaiPsi2	1	Si	Si	1
Tamponamento	1	Si	Si	1
Spinta terreno	1	Si	No	1
scale	0.6	Si	Si	0.6

Codice di calcolo impiegato

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	SOFT.LAB srl via Borgo II - 82030 PONTE (BN) tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: http://www.soft.lab.it e.mail: info@soft.lab.it
Sigla:	IperSpaceBIM 6.0.3
Licenza n.	Concesso in licenza a BETTINARDI LEONARDO codice utente C0094484

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare.

Il modello di calcolo è definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell, a comportamento sia flessionale che membranale; l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al suo piano.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi modale con Combinazione Quadratica Completa degli effetti del sisma. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica.

Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del **MASTER-SLAVE**, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi; la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non condizionare in modo errato la matrice di rigidezza della struttura.

Qualora una maglia di travi non sia collegata da solai, lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi; la rigidezza flessionale delle travi è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati; pertanto, non è necessario definire preventivamente il centro di massa e momento d'inerzia delle masse poiché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo.

Il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questo richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme. Il codice di calcolo, infatti, considera i carichi presenti sull'asta, che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente $G + y_2Q$) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali; tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità g forniscono il contributo dell'elemento alla determinazione della massa del nodo e, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo, si ottiene la massa complessiva.

Per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza: in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna $\frac{1}{3}$ oppure $\frac{1}{4}$ del peso dell'elemento shell e $\frac{1}{3}$ oppure $\frac{1}{4}$ dell'eventuale carico variabile ridotto; sommando i contributi di tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare a quest'ultimo.

Verifica degli elementi strutturali

Le verifiche di resistenza degli elementi sono condotte considerando le sollecitazioni di calcolo ed imponendo che le resistenze siano superiori alle azioni. Gli elementi sono verificati e/o progettati applicando la gerarchia delle resistenze, in particolare la gerarchia flessione-taglio per la verifica/progetto dell'elemento e la gerarchia pilastro-trave per la determinazione delle resistenze del pilastro.

I criteri di verifica sono una raccolta di parametri usati in fase di verifica secondo le esigenze strutturali; ognuno di essi contiene i dati per tutti gli elementi; è sottinteso che nella verifica di un elemento (es. trave) non sono presi in considerazione i dati relativi agli altri elementi (ad es. se si verifica una trave non sono presi in considerazione i dati relativi a pilastri e shell, così come se si esegue una verifica agli SLU non sono presi in considerazione i dati relativi agli SLE). Ogni criterio di verifica è identificato da un nome a scelta dell'operatore, per cui nei tabulati di verifica il nome del criterio ne identifica i parametri usati.

Riguardo alle verifiche agli SLU le resistenze sono determinate in base a quanto specificato dalla norma attraverso il modello plastico-incrudente o elastico-perfettamente plastico. La verifica consiste nel controllare che, assegnate le sollecitazioni, le deformazioni massime nel calcestruzzo e nell'acciaio siano inferiori a quelle ultime; ciò equivale ad affermare che nello spazio tridimensionale N , M_y , M_z il punto rappresentativo delle sollecitazioni è interno al dominio di resistenza della sezione.

Le verifiche agli SLE riguardano le verifiche di:

- deformabilità degli impalcati con $d \leq 0.0050 \cdot h$;

- fessurazione;
- tensioni in esercizio.

Criteri di verifica

CLS_Platee		
Generici		
Resistenza caratteristica R _{ck}	kg/cm ²	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio barre f _{yk}	kg/cm ²	4500
Tensione caratteristica snervamento acciaio staffe f _{yk}	kg/cm ²	4500
Deformazione unitaria e _{c0}		0.002
Deformazione ultima e _{cu}		0.0022
e _{fu} (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cm ²	2E06
Copriferro di calcolo	cm	3.5
Copriferro di disegno	cm	2.0
Coefficiente di sicurezza g _{Cl}		1.5
Coefficiente di sicurezza g _{Acc}		1.15
Riduzione f _{cd} calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		No
Generici N.T.		
Inclinazione bielle compresse cotg(q)		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento E _y /E ₀		0.000
Elemento esistente		No
Generici D.M. 96 T.A.		
Tensione ammissibile s _c	kg/cm ²	97.5
Tensione ammissibile s _c in trazione	kg/cm ²	21.8
Tensione ammissibile s _c acciaio	kg/cm ²	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile t _{c0}	kg/cm ²	6.0
Tensione tangenziale massima t _{c1}	kg/cm ²	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
Fessurazioni		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure w _k (*w _m)		1
Resistenza media a trazione f _{ctm}	kg/cm ²	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata k _t		0.40
Coefficiente di aderenza k ₁		0.80
Tensioni ammissibili di esercizio		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile s _{Cl}	kg/cm ²	149
Tensione ammissibile s _{Acciaio}	kg/cm ²	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile s _{Cl}	kg/cm ²	112
Tensione ammissibile s _{Acciaio}	kg/cm ²	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
Coefficienti di omogeneizzazione		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls teso - Cls compresso		0.5
Armatura muri		
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	0.1
Minima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	0.1
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione X	%	2
Massima percentuale armatura rispetto al Cls in direzione Y	%	2
Verifica muri		
Step incremento armatura	cm ²	0.01
Verifica muri come pareti		No

CLS_TraviFondazione		
Generici		
Resistenza caratteristica Rck	kg/cmq	300
Tensione caratteristica snervamento acciaio barre fyk	kg/cmq	4500
Tensione caratteristica snervamento acciaio staffe fyk	kg/cmq	4500
Deformazione unitaria ec0		0.002
Deformazione ultima ecu		0.0035
efu (solo incrudimento)		0.0019
Modulo elastico E acciaio	kg/cmq	2E06
Copriferro di calcolo	cm	4.1
Copriferro di disegno	cm	2.5
Coefficiente di sicurezza gCls		1.5
Coefficiente di sicurezza gAcc		1.15
Riduzione fcd calcestruzzo		0.85
Usa staffe minime di normativa in assenza di sisma		Si
Usa staffe minime di normativa in presenza di sisma		Si
Generici N.T.		
Inclinazione bielle compresse cotg(q)		1.00
Modello acciaio		Incrudente
Incrudimento Ey/E0		0.000
Elemento esistente		No
Generici D.M. 96 T.A.		
Tensione ammissibile sc	kg/cmq	97.5
Tensione ammissibile sc in trazione	kg/cmq	21.8
Tensione ammissibile sc acciaio	kg/cmq	2600.0
Tensione tangenziale ammissibile tc0	kg/cmq	6.0
Tensione tangenziale massima tc1	kg/cmq	18.3
Coefficiente di omogeneizzazione n		15
Coefficiente di omogeneizzazione n in trazione		0.5
Sezione interamente reagente		No
Fessurazioni		
Verifica a decompressione		No
Verifica formazione fessure		No
Verifica aperture fessure		Si
Classe di esposizione		XC2
Tipo armatura		Poco sensibile
Combinazione Rara		No
Combinazione QP		Si
W ammissibile Combinazione QP	mm	0.300
Combinazione Freq.		Si
W ammissibile Combinazione Freq.	mm	0.400
Valore caratteristico apertura fessure wk(*wm)		1
Resistenza media a trazione fctm	kg/cmq	25.99
Coefficiente di breve o lunga durata kt		0.40
Coefficiente di aderenza k1		0.80
Tensioni ammissibili di esercizio		
Verifica Combinazione Rara		Si
Tensione ammissibile sCls	kg/cmq	149
Tensione ammissibile sAcciaio	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione QP		Si
Tensione ammissibile sCls	kg/cmq	112
Tensione ammissibile sAcciaio	kg/cmq	3600
Verifica Combinazione Freq.		No
Coefficienti di omogeneizzazione		
Acciaio - Cls compresso		15
Cls teso - Cls compresso		0.5
Armatura travi		
Numero di bracci delle staffe		2
Numero minimo di ferri superiori		2
Numero minimo di ferri inferiori		2
Numero minimo di ferri di parete		1
Numero reggistaffe superiori		0
Numero reggistaffe intermedi		4
Numero reggistaffe inferiori		2
Diametro ferri superiori	mm	16
Diametro ferri inferiori	mm	16
Diametro staffe	mm	8

Percentuale armatura rispetto alla base per verifica a taglio	%	100.00
Minima percentuale armatura compressa rispetto alla tesa	%	50.00
Minima percentuale armatura rispetto al Cls	%	0.20
Massima percentuale armatura rispetto al Cls	%	1.55
Calcolo travi		
Traslazione momento		Si
Verifica travi		
Verifica a torsione		No
Verifica a pressoflessione retta		No
Trave a spessore		No
Verifica N.T. travi		
Trave tozza		No
Gerarchia Flessione-Taglio		Si
Escludi dalla gerarchia trave-pilastro		No
Verifica a taglio DM 3274 travi		
Coefficiente di sovra resistenza gRd		1.2
Includi effetto della pressoflessione nel taglio		Si
Verifica a taglio N.T. travi		
Includi effetto spinotto nel taglio		Si
Considera la resistenza a taglio VRDns		NO
Coefficiente di sovra resistenza gRd (CDA)		1.2
Coefficiente di sovra resistenza gRd (CDB)		1.1
Verifica Duttibilità N.T. 2018		
Verifica di duttilità		NO
Fattore confinamento minimo		1.000
Calcolo Fattore confinamento		NO
Verifica a taglio D.M. 96 T.A. travi		
Percentuale taglio alle staffe	%	60
Percentuale taglio ferri parete	%	40
Stampa travi		
Stampa informazioni relative all'asse neutro		Si

Validazione del calcolo

Di seguito si riportano alcuni dati significativi del calcolo in base ai quali si ritiene che il codice di calcolo è affidabile ed i risultati accettati dal progettista.

[begin_validazione]

Questa parte va completata a mano dal progettista, valutando numericamente i parametri sopra riportati. Ad esempio valutando a mano il peso complessivo della struttura è possibile determinare la massa sismica moltiplicandola per il valore dello spettro corrispondente al periodo fondamentale si dovrebbe trovare un tagliante vicino a quello di calcolo, analogamente moltiplicando i vari pesi per i relativi coefficienti di combinazione si dovrebbe trovare un valore pressoché uguale alle reazioni verticali totali (reazioni dei nodi + reazioni del terreno).

Informazioni dell'elaborazione

Il calcolo automatico è stato eseguito su un elaboratore con le seguenti caratteristiche:

Tipo:	[elaboratore]
Capacità di memoria:	[memoria]
Unità di memoria di massa:	[capacità disco]
Unità periferiche:	[Stampanti e plotter]
Sistema operativo e sua versione:	[Sistema operativo]

La valutazione della correttezza dei dati in ingresso e dell'accuratezza dei risultati è stata effettuata sia mediante le visualizzazioni grafiche del post processore, sia mediante il controllo dei tabulati numerici. La verifica che la soluzione ottenuta non sia viziata da errori di tipo numerico, legati all'algoritmo risolutivo e alle

caratteristiche dell'elaboratore, è stata effettuata considerando che il numero di cifre significative utilizzate nei procedimenti numerici è [cifre significative], e che all'interno della matrice di rigidezza il rapporto tra il pivot massimo e minimo è: [pivot]. Tale valore è accettabile quando risulta minore di 10 elevato al numero di cifre significative. Nel caso dell'elaborazione in oggetto si ha:

$$[\text{pivot} < 10^{\text{cifre significative}}]$$

Si riporta la tabella relativa alle statistiche sulla matrice di rigidezza

Risultati Analisi Dinamica - Statistiche matrice di rigidezza

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Minimo della diagonale	5.721813e+07
Massimo della diagonale	2.432607e+09
Rapporto Max/Min	4.251462e+01
Media della diagonale	4.342776e+08
Densità	3.024691e+01

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



Il Progettista

Handwritten signature of Bettinardi Leonardo

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE IN C.A**

Capitolo 2

**RELAZIONE GEOTECNICA
E SULLE FONDAZIONI**

Premessa

La presente relazione geotecnica e sulle fondazioni viene redatta ai sensi della vigente normativa e riguarda una struttura in acciaio atta a sorreggere una piattaforma elevatrice, avente dimensioni globali in pianta pari a 1,59 m x 1,88 m e con altezza di circa 7,80 m.

Essendo una modesta struttura, i dati contenuti nella presente relazione sono stati ricavati dall'indagine geologica datata ottobre 2022, a firma della dott.ssa Geol. Lilia Viero, iscritta all'Ordine Geologi del Veneto al n. 485. Tale relazione geologica è relativa ad una zona limitrofa al sito interessato dall'installazione della piattaforma elevatrice in questione.

Geomorfologia e Idrogeologia

L'area indagata si presenta piana e stabile, con sottosuolo costituito da depositi alluvionali e fluvioglaciali sedimentati del Fiume Brenta. L'area è ubicata a sud del centro abitato Nove, nel territorio agricolo circostante, in un quartiere periferico a discreta densità abitativa.

Il comune di Nove è attraversato dal fiume Brenta, che passa subito ad est a qualche centinaio di metri di distanza, ed il suo alveo attuale si colloca ad una quota inferiore rispetto la quota del piano campagna circostante; in passato il tracciato fluviale si sviluppava più ad ovest, in vicinanza del centro abitato, mentre ora vi è un dislivello di 5-6 ml rispetto gli argini e le aree demaniali adiacenti. Esso ha pertanto modificato più volte la sede del suo letto fluviale divagando ora in destra ora in sinistra ed incidendo quindi i suoi stessi depositi alluvionali.

Il territorio anche se pianeggiante presenta una pur lieve ma graduale inclinazione verso S-SO secondo il deflusso idrico superficiale mantenendo un dislivello costante di 4-5 m tra la quota del terrazzo recente o attuale del Brenta e quello più antico ed oggetto d'indagine. La rete idrica dei canali, rogge e fossi condiziona, nelle loro più immediate vicinanze, anche le escursioni stagionali della falda freatica sotterranea (cfr. par. 3). L'abitato è attraversato da due importanti rogge d'irrigazione la roggia Isacchina e la roggia Contessa quale importante derivazione idraulica del vicino fiume Brenta irriguo che passa vicino al lotto d'intervento.

Nel sottosuolo dell'area in esame ha sede una falda idrica alimentata principalmente dalle dispersioni in alveo del vicino fiume Brenta, oltre che dalle rogge d'irrigazione Isacchina e Contessa passanti poco più ad ad est del sito d'intervento; altri apporti importanti, superficiali e/o sotterranei, provengono dal territorio collinare subito a monte ed in particolare dalla zona pedecollinare a nord.

La superficie freatica principale si colloca ad una ventina di metri circa dal p.c. ad una quota di 65-66 m s.l.m. e rappresenta l'unica falda libera presente nel sottosuolo che contraddistingue l'alta pianura vicentina.

Si fa presente che nel recente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del territorio del Veneto, pubblicato dall'Autorità di Bacino del fiume Brenta, il comune di Nove non rientra tra le "zone di attenzione idraulica" ad esclusione delle aree demaniali dell'alveo del fiume Brenta.

Caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni

Il sottosuolo interessato dalle fondazioni in progetto è costituito da un primo livello di circa 0.40 m di terreno vegetale, un successivo strato di circa 0.80 m di terreno costituito da sabbia da sciolta a poco addensata e poi terreno ghiaioso ciottoloso-sabbioso in profondità.

Parametri sismici

Il terreno si classifica come tipo di suolo "B", secondo le indicazioni del D.M. 17/01/2018; la categoria topografica è T1.

Tipologia di fondazione

La fondazione in progetto è a platea con spessore di 40 cm.

Valutazioni geotecniche

Adottando l'approccio 2 del D.M. 17/01/2018 si considerano:

- le azioni sulla struttura amplificate con i coefficienti A1 (1.3 / 1.0 per il permanente e 1.5 / 0.0 per l'accidentale, corrispondenti quindi a combinazioni allo stato limite ultimo);
- i parametri caratteristici di resistenza del terreno divisi per il coefficiente M1 = 1.0;
- la resistenza di progetto del terreno determinata dividendo la resistenza ultima per il coefficiente R3 = 2.3.

La resistenza di progetto del terreno risulta dell'ordine di **2,5 daN/cm²**

Dall'analisi delle strutture in questione risulta che la massima pressione sul terreno, per combinazioni allo stato limite ultimo, è dell'ordine di $E_d = 0.35 \text{ daN/cm}^2 < R_d = 2.5 \text{ daN/cm}^2$.

Conclusioni

L'area è inserita in un contesto sostanzialmente stabile e non soggetto a dissesti idrogeologici né a dinamiche geomorfologiche.

I terreni di fondazione sono formati da terreno granulare avente buone caratteristiche meccaniche.

Dal punto di vista sismico il terreno viene classificato come tipo di suolo "B".

Per quanto riguarda le pressioni di progetto sul terreno, i valori massimi delle azioni sono minori dei valori di resistenza.

In conclusione, sulla base di tutti gli elementi di natura geologica acquisiti, si esprime un giudizio di idoneità geotecnica dell'area oggetto d'intervento.

In sede di esecuzione delle opere il Direttore dei Lavori dovrà verificare le situazioni geologiche/geotecniche formulate nella presente relazione ed eventuali situazioni di variabilità.



Il Progettista

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE IN C.A**

Capitolo 3

**FASCICOLO DEI CALCOLI
E SULLE FONDAZIONI**

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

Sommario:

Modellazione -----	4
Affidabilità dei codici utilizzati -----	4
Presentazione dei risultati -----	5
Tabulati di input -----	7
Dati generali -----	7
Impalcati -----	7
Percentuali Spostamento masse impalcati -----	7
Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale -----	8
Spettri di risposta -----	8
Caratteristiche del terreno -----	10
Nodi - Geometria e vincoli -----	10
Input - Aste - Tabella sezioni tipo -----	11
Aste - Geometria e vincoli -----	11
Aste - Carichi -----	11
Pareti - geometria e vincoli -----	11
Muri - Carichi -----	12
Tabulati di verifica -----	12
Risultati Analisi Dinamica - Baricentri masse e masse -----	12
Verifica Degli Spostamenti Relativi -----	13
Periodi di vibrazione e Masse modali -----	13
Risultati Analisi Dinamica - Massime tensioni sul terreno aste -----	14
Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Sigma terreno platea -----	15
Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Nodi -----	15
Risultati Analisi Dinamica - Reazioni massime - Nodi -----	15
Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Impalcati -----	16
Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Impalcati (SLD) -----	16
Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Involuppi - Travi di fondazione -----	16
Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni Massime - Muri discretizzati -----	16
Verifiche stato limite ultimo -----	17
Verifica delle travi di fondazione -----	17
Verifica dei Muri in calcestruzzo -----	23
Verifiche stato limite di esercizio -----	25
Verifica delle travi (Stati limite esercizio) -----	25
Verifica dei Muri (Stati limite esercizio) -----	30

Modellazione

La struttura è costituita da una platea in cemento armato.

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

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU);
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio (SLE).

La struttura è stata schematizzata attraverso un modello spaziale agli elementi finiti che tenga conto dell'effettivo stato deformativo e di sollecitazione, secondo l'effettiva realizzazione.

I vincoli esterni della struttura sono stati caratterizzati, a seconda della presenza degli elementi di fondazione, con: travi winkler, plinti diretti, plinti su pali, platee, ovvero con vincoli perfetti di incastro, appoggio, carrello, ecc.

I vincoli interni sono stati schematizzati secondo le sollecitazioni mutuamente scambiate tra gli elementi strutturali, inserendo, ove opportuno, il rilascio di alcune caratteristiche della sollecitazione per schematizzare il comportamento di vincoli interni non iperstatici (cerniere, carrelli, ecc.).

Il modello agli elementi finiti è stato calcolato tenendo conto dell'interazione tra strutture in fondazione e strutture in elevazione, consentendo un'accurata distribuzione delle azioni statiche e sismiche; il calcolo è stato eseguito considerando che la struttura abbia un comportamento elastico lineare.

I solai sono schematizzati come aree di carico, sulle quali vengono definiti i carichi permanenti (QP Solai), i carichi fissi (QFissi Solai) e i carichi variabili (QV solai); tali carichi sono assegnati alle aste in modo automatico in relazione all'influenza delle diverse aree di carico. Le masse corrispondenti ai carichi variabili sui solai nelle combinazioni sismiche sono state trattate in maniera automatica mediante un coefficiente moltiplicativo, definito in funzione della tipologia del solaio.

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

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

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

- BEAM
- PLATE-SHELL
- WINK
- BOUNDARY

Questi elementi interagiscono tra loro attraverso i nodi, con la possibilità di tenere in conto tutti i possibili disassamenti, mediante l'introduzione di concetti rigidi e traslazioni degli elementi bidimensionali. Il solutore lavora in campo elastico lineare, si basa sulle routines di Matlab ed è stato sviluppato in collaborazione con l'Università di Roma – Tor Vergata. Il solutore offre la possibilità di risolvere anche travi su suolo alla Winkler con molle spalmate sull'intera suola, anziché sul solo asse, plinti diretti e su pali, pali singoli, platee, piastre sottili e spesse, con controllo delle rotazioni attorno all'asse normale alla piastra (drilling). Inoltre, per gli elementi BEAM l'equilibrio è scritto rispetto alla linea dei centri di taglio anziché rispetto alla linea dei baricentri. L'affidabilità del solutore è stata testata su una serie di esempi campioni calcolati con altri procedimenti o con formule note, di cui si rende disponibile la documentazione.

Affidabilità dei codici utilizzati

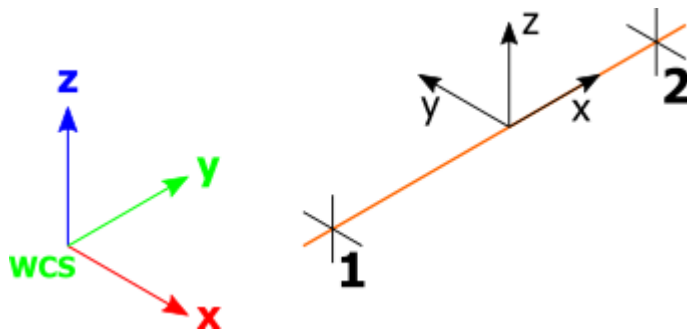
Il programma è dotato di una serie di filtri di auto diagnostica che segnalano i seguenti eventi:

- labilità della struttura;
- assenza di masse;
- nodi collegati ad aste nulle;
- mancanza di terreno sugli elementi in fondazione;
- controllo sull'assegnazione dei nodi all'impalcato;
- correttezza degli spettri di progetto;
- fattori di partecipazione modali;
- assegnazione dei criteri di verifica agli elementi;
- numerazione degli elementi strutturali;

- congruenza delle connessioni tra elementi shell;
- congruenza delle aree di carico;
- definizione delle caratteristiche d'inerzia delle sezioni;
- presenza del magrone sotto la travi tipo wink;
- elementi non verificati per semi progetto allo SLU, con inserimento automatico delle armature secondo i criteri di verifica;
- elementi non verificati allo SLU per armature già inserite nell'elemento strutturale;
- elementi non verificati allo SLE per armature già inserite nell'elemento strutturale.

Presentazione dei risultati

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



Il sistema di riferimento globale rispetto al quale è stata riferita l'intera struttura è una terna di assi cartesiani sinistrorsa OXYZ (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro). La terna di riferimento locale per un'asta è anch'essa una terna sinistrorsa O'xyz che ha l'asse x orientato dal nodo iniziale I dell'asta verso il nodo finale J e gli assi y e z diretti secondo gli assi geometrici della sezione, con l'asse y orizzontale e orientato in modo da portarsi a coincidere con l'asse x a mezzo di una rotazione oraria di 90° e l'asse z di conseguenza.

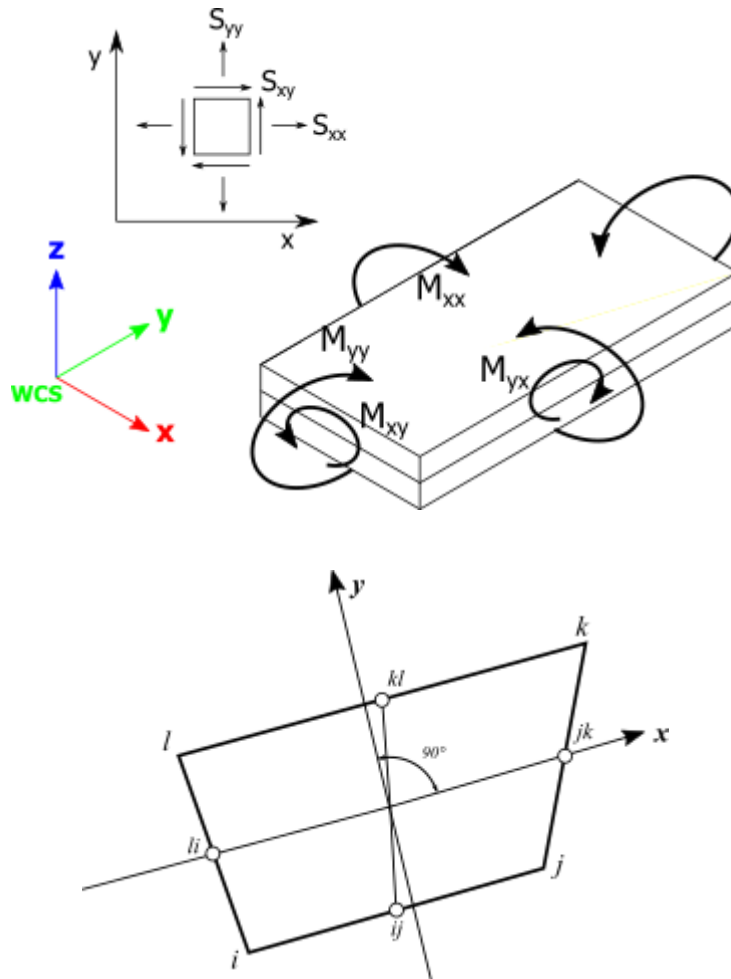
Per un'asta comunque disposta nello spazio la sua terna locale è orientata in modo tale da portarsi a coincidere con la terna globale a mezzo di rotazioni orarie degli assi locali inferiori a 180°.

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

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

- Le traslazioni sono positive se concordi con gli assi globali.
- Le rotazioni sono positive se sinistrorse.

Il sistema di riferimento locale per gli elementi bidimensionali è quello riportato nelle figure seguenti.



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

Le sollecitazioni dell'elemento sono:

- Sforzi membranali
 - $S_{xx} = S_x$
 - $S_{yy} = S_y$
 - $S_{xy} = t_{xy}$
- Sforzi flessionali (momenti)
 - M_{xx} , momento che genera S_x (intorno ad y)
 - M_{yy} , momento che genera S_y (intorno a x)
 - M_{xy} , momento torcente che genera t_{xy}

Le sollecitazioni principali dell'elemento sono:

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

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

$$\tan 2\theta = \frac{M_{xy}}{M_{xx} - M_{yy}} \quad \tan 2\psi = \frac{S_{xy}}{S_{xx} - S_{yy}}$$

dove θ è l'angolo formato dagli assi principali di M_1 e M_2 con quelli di riferimento e ψ è l'angolo formato dagli assi principali di S_1 e S_2 con quelli di riferimento. L'elemento shell usato come piastra fornisce i momenti flettenti e non i tagli in direzione ortogonale all'elemento, che possono ottenersi come derivazione dei momenti flettenti;

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

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

Quando invece viene usato come lastra ci restituisce valori di **s** e **t** costanti, non adatti a rappresentare momenti flettenti, ma solo sforzi normali e tagli nel piano della lastra.

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

La descrizione del modello di calcolo contiene:

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

La stampa dei risultati contiene:

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

Tabulati di input

Dati generali

Nome struttura	
Numero di frequenze	5
% Filtro masse libere	0.1
% Coefficiente di smorzamento viscoso	5
Spostamenti modali con segno	Si
Spostamento ammissibile impalcato	0.0050*h

Impalcato

N°	Quota mm	Rigido mm	Incr.Soll.Pil	Inc.Soll.Par.
0	0	Si	1.000	1.000

Percentuali Spostamento masse impalcato

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

Combinazioni del Sisma in X e Y e Verticale

Comb.	Pos. SismaX	Pos. SismaY	Fx	Fy	Fz
1	1	2	1	0.3	0.3
2	1	2	0.3	1	0.3
3	1	2	0.3	0.3	1
4	1	4	1	0.3	0.3
5	1	4	0.3	1	0.3
6	1	4	0.3	0.3	1
7	3	2	1	0.3	0.3
8	3	2	0.3	1	0.3
9	3	2	0.3	0.3	1
10	3	4	1	0.3	0.3
11	3	4	0.3	1	0.3
12	3	4	0.3	0.3	1

Comb. Numero di combinazione dei sismi
Pos. SismaX Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione X
Pos. SismaY Posizione in cui viene scelto il sisma in direzione Y
Fx Fattore con cui il sisma X partecipa
Fy Fattore con cui il sisma Y partecipa
Fz Fattore con cui il sisma Verticale partecipa (quando richiesto)

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

Spettri di risposta

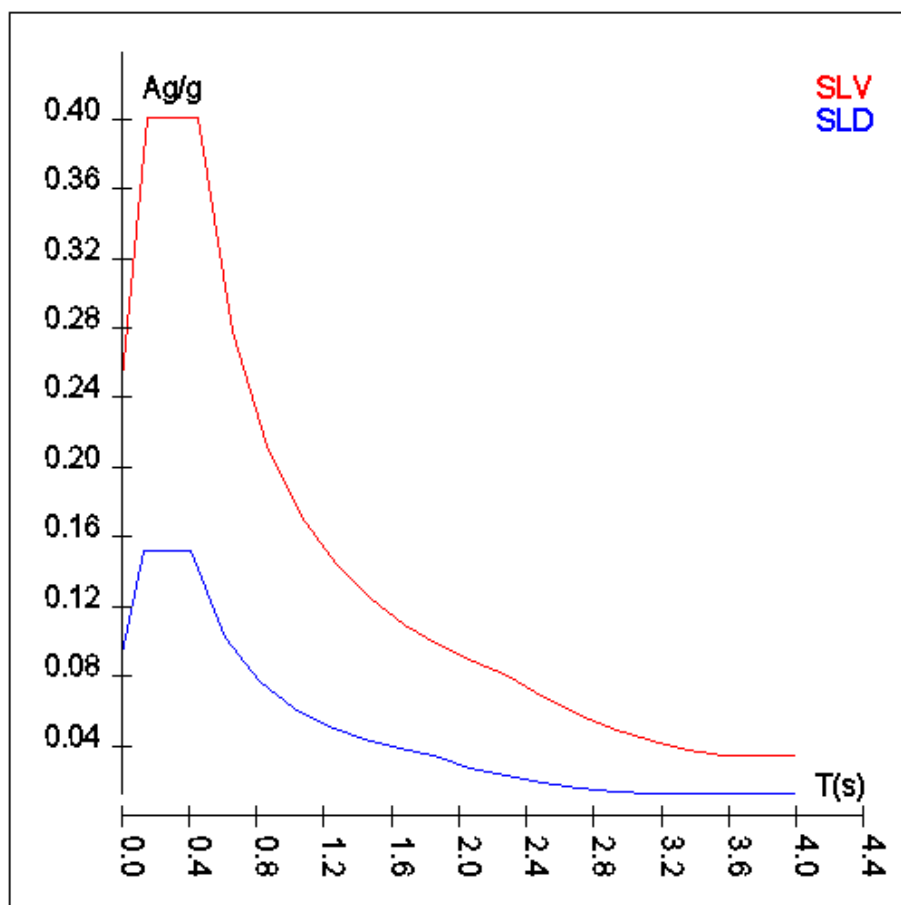
Spettro: **SpettroNT_2018 (q=1.5)**

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

Vita della struttura	
Tipo	Opere ordinarie (50-100)
Vita nominale VN [anni]	50.0
Classe d'uso	II
Coefficiente d'uso CU	1.000
Periodo di riferimento VR [anni]	50.000
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite di esercizio - SLD	63.0%
Probabilità di superamento PVR allo Stato limite ultimo - SLV	10.0%
Periodo di ritorno TR SLD [anni]	50.0
Periodo di ritorno TR SLV [anni]	475.0
Parametri del sito	
Comune	Nove (VI)
Longitudine	11.6793
Latitudine	45.7246
Id reticolo del sito	11408-11407-11186-11185
Valori di riferimento del sito	
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLD (TR=50.0)	0.0618
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLD (TR=50.0)	2.4636
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T'C [s] - SLD (TR=50.0)	0.250
Accelerazione orizzontale massima del sito Ag/g - SLV (TR=475.0)	0.1723
Fattore di amplificazione dello spettro Fo - SLV (TR=475.0)	2.4000
Periodo di riferimento di inizio del tratto a velocità costante T'C [s] - SLV (TR=475.0)	0.292
Coefficiente Amplificazione Topografica St	1.000
Categoria terreno	C
Stato limite SLV	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.45
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.15
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.46
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	2.29
Stato limite SLD	
Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	1.50
Periodo di inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro TB [s]	0.14
Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro TC [s]	0.41
Periodo di inizio del tratto a spostamento costante dello spettro TD [s]	1.85
Fattore di comportamento (SLV)	
Classe duttilità	B

Tipo struttura	Cemento armato
Fattore di riduzione per regolarità in altezza Kr- Struttura non regolare	0.800000
Fattore di riduzione per rottura pareti Kw	1.000
Regolare in pianta	SI
Coefficiente moltiplicativo Ce - struttura a telaio, a pareti accoppiate e miste	3.000
Au/A1 - Telaio + piani + campate	1.300
Fattore di comportamento q = Kw*Kr*q0=Kw*Kr*Ce*Au/A1	1.500
Fattore di comportamento (SLD)	
q	1.500

T SLV [s]	Sd SLV[a/g]	T SLD [s]	Sd SLD[a/g]
0.00000	0.25020	0.00000	0.09263
0.15327	0.40031	0.13826	0.15213
0.45981	0.40031	0.41477	0.15213
0.66308	0.27759	0.61938	0.10188
0.86636	0.21246	0.82398	0.07658
1.06964	0.17208	1.02859	0.06135
1.27292	0.14460	1.23319	0.05117
1.47620	0.12469	1.43780	0.04389
1.67948	0.10960	1.64240	0.03842
1.88276	0.09776	1.84701	0.03416
2.08604	0.08824	2.06231	0.02740
2.28932	0.08040	2.27760	0.02247
2.50315	0.06725	2.49290	0.01875
2.71699	0.05708	2.70820	0.01589
2.93082	0.04906	2.92350	0.01364
3.14466	0.04261	3.13880	0.01235
3.35849	0.03736	3.35410	0.01235
3.57233	0.03447	3.56940	0.01235
3.78616	0.03447	3.78470	0.01235
4.00000	0.03447	4.00000	0.01235



Caratteristiche del terreno

Strat o n°	Spesso re	g	gSat	f	Addensato	OCR	Coesione	Cu	E	n
	cm	kg/mc	kg/mc	°			kg/cm ^q	kg/cm ^q	kg/cm ^q	
Terreno1: Cost.Winkler=2.00 kg/cm ^q - Falda assente										
1	100	1900	2000	15	No	--	0.06	0.00	2E02	0.30
2	1200	2000	2000	30	No	--	0.10	0.00	2E02	0.30

Materiali		
C25/30		
Peso specifico	kg/mc	2500
Modulo di Young E	kg/cm ^q	3E05
Modulo di Poisson n		0.13
Coefficiente di dilatazione termica l	1/°C	1e-05

Nodi - Geometria e vincoli

Nodo	X	Y	Z	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	Impalcato
	Coordinate [mm]			Vincoli						
1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
2	2030	0	0	1	1	0	0	0	1	0
3	0	1880	0	1	1	0	0	0	1	0
4	2030	1880	0	1	1	0	0	0	1	0
5	0	3880	0	1	1	0	0	0	1	0
6	2030	3880	0	1	1	0	0	0	1	0

Input - Aste - Tabella sezioni tipo

Tipo	Nome	Base	Altezza	Larg.mag.
R		cm	cm	cm
	40 x 40	40	40	60

Aste - Geometria e vincoli

	Ni	Nf	Vinc.	Sez.	Mat.	Crit.pr.	Rot.	f.f.	xi	yi	zi	xf	yf	zf	Tipo	L2	L3
							°		cm							cm	
9001	3	1	I-I	40 x 40	C25/30	CLS_Tra viFondazi one	0	4040	0	0	0	0	0	0	Fond.	188	188
9001	5	3	I-I	40 x 40	C25/30	CLS_Tra viFondazi one	0	4040	0	0	0	0	0	0	Fond.	200	200
9002	1	2	I-I	40 x 40	C25/30	CLS_Tra viFondazi one	0	4040	0	0	0	0	0	0	Fond.	203	203
9003	2	4	I-I	40 x 40	C25/30	CLS_Tra viFondazi one	0	4040	0	0	0	0	0	0	Fond.	188	188
9003	4	6	I-I	40 x 40	C25/30	CLS_Tra viFondazi one	0	4040	0	0	0	0	0	0	Fond.	200	200
9004	6	5	I-I	40 x 40	C25/30	CLS_Tra viFondazi one	0	4040	0	0	0	0	0	0	Fond.	203	203

Aste - Carichi

Descrizione carichi aste

UnifG Uniforme globale

UnifL Uniforme locale

VarG Variabile lineare globale

VarL	Variabile lineare locale
PolG	Poligonale globale
Termico	Distorsione termica
Torcente	Carico torcente
Precomp.	Carico da precompressione
PolL	Poligonale locale

Sezione	Ni	Nf	Cond.	Tipo c.	Xi	QXi	QYi	QZi	Xf	QXf	QYf	QZf
					cm	car. dist. kg/m coppie torc. kg*m/m			cm	car. dist. kg/m coppie torc. kg*m/m		
Fondazione 9001												
40 x 40	3	1	Peso Proprio	UnifG	0	0	0	400	188	0	0	400
40 x 40	5	3	Peso Proprio	UnifG	0	0	0	400	200	0	0	400
Fondazione 9002												
40 x 40	1	2	Peso Proprio	UnifG	0	0	0	400	203	0	0	400
Fondazione 9003												
40 x 40	2	4	Peso Proprio	UnifG	0	0	0	400	188	0	0	400
40 x 40	4	6	Peso Proprio	UnifG	0	0	0	400	200	0	0	400
Fondazione 9004												
40 x 40	6	5	Peso Proprio	UnifG	0	0	0	400	203	0	0	400

Pareti - geometria e vincoli

Parete	Nodi	Tipo	Materiale	Criterio	N.P.	N.P.X	N.P.Y	Spess.
								cm
1	5-3-1-2-4-6	Platea	C25/30	CLS_Platee	8			40

Muri - Carichi

Shell	Indice dello shell
Cond.	Condizione di carico
Tipo	Tipologia di spinta
g	Peso specifico: terreno o acqua
Q	Valore del carico uniforme
Vert.1	Valore del carico nel primo vertice ⁽¹⁾
Vert.2	Valore del carico nel secondo vertice ⁽¹⁾
Vert.3	Valore del carico nel terzo vertice ⁽¹⁾
Vert.4	Valore del carico nel quarto vertice ⁽¹⁾
Hw	Altezza del pelo libero dell'acqua

⁽¹⁾: Per shell con numero di vertici maggiori 4, per carichi trapezoidali, il valore del carico nei vertici e' stampato a gruppi di 4 secondo l'ordine con cui i vertici sono stati definiti

Shell	Cond.	Tipo	Q	Vert.1	Vert.2	Vert.3	Vert.4	Hw	g
			kg/mq	kg/mq	kg/mq	kg/mq	kg/mq	cm	kg/mc
1	Peso Proprio	Peso Proprio kg	7876						

Tabulati di verifica

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

Di seguito si riportano le tabelle relative a:

- Forze sismiche e masse
- Spostamenti Relativi dei nodi (SLD)
- Fattori di partecipazione e masse modali

- Massime tensioni sul terreno aste
- Massime tensioni sul terreno platee
- Massimi spostamenti dei nodi
- Massime reazioni vincolari
- Massimi spostamenti degli impalcati
- Massimi spostamenti degli impalcati (SLD)
- Massime sollecitazioni travi di fondazione
- Massime sollecitazioni muri Discretizzati

Risultati Analisi Dinamica - Baricentri masse e masse

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	Si	0	0	0	0

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	Si	0	0	0	0

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	Si	0	0	0	0

Piano	Rigido	Massa	X	Y	Z
		kg	cm	cm	cm
0	Si	0	0	0	0

Verifica Degli Spostamenti Relativi

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Interp.	Comb.	hXv	hXh	hYv	hYh	Nodo1	Nodo2	h	hAmm	Cs
		mm	mm	mm	mm			mm	mm	

Periodi di vibrazione e Masse modali

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Posizione masse 1

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
	s			kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm* g	

Posizione masse 2

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
	s			kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm* g	

Posizione masse 3

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
	s			kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze
Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Masse Modali	Percentuali
			kgm* g	

Posizione masse 4

Numero di Frequenze calcolate =5, filtrate=0

N	T	Coeff. Partecipazione		Masse Modali		Percentuali	
	s			kgm*g			
		Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°	Dir=0°	Dir=90°
Somma delle Masse Modali [kgm*g]				0	0		
Masse strutturali libere [kgm*g]				2953	2953		
Percentuale				0.00	0.00	0.00	0.00

Attenzione: aumentare il numero di frequenze

Masse e coefficienti di partecipazione rotazionali:

N	T(s)	Coeff. Partecipazione	Mass e Modali	Perc entuali
			kgm* g	

Risultati Analisi Dinamica - Massime tensioni sul terreno aste

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Asta	N.in.	N.fin.	0/5	1/5	2/5	3/5	4/5	5/5
			kg/cm ^q	kg/cm ^q	kg/cm ^q	kg/cm ^q	kg/cm ^q	kg/cm ^q
9001	5	3	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)
9001	3	1	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)
9002	1	2	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)
9003	4	6	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)
9003	2	4	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)
9004	6	5	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)	0.11(1)

Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Sigma terreno platea

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Muro	Cx mm	Cy mm	Cz mm	Sigma kg/cm ^q
1	0	0	0	0.11(1)
1	2030	0	0	0.11(1)
1	2030	1880	0	0.11(1)
1	2030	3880	0	0.11(1)
1	0	3880	0	0.11(1)
1	0	1880	0	0.11(1)
1	1015	0	0	0.11(1)
1	2030	940	0	0.11(1)
1	1015	3880	0	0.11(1)
1	0	940	0	0.11(1)
1	2030	2880	0	0.11(1)
1	0	2880	0	0.11(1)
1	1015	945	0	0.11(1)
1	1015	1897	0	0.11(1)
1	1015	2884	0	0.11(1)
Massimo assoluto				
1	1015	1897	0	0.11(1)
Minimo assoluto				
1	2030	0	0	0.11(1)

Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Nodi

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

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

Nodo	Trasl. X mm	Trasl. Y mm	Trasl. Z mm	Rotaz. X mrad	Rotaz. Y mrad	Rotaz. Z mrad
1	0.00(1)	0.00(1)	-0.54(1)	-0.00(1)	0.00(1)	0.00(1)
2	0.00(1)	0.00(1)	-0.54(1)	-0.00(1)	-0.00(1)	0.00(1)
3	0.00(1)	0.00(1)	-0.55(1)	-0.00(1)	0.00(1)	0.00(1)

Nodo	Trasl. X	Trasl. Y	Trasl. Z	Rotaz. X	Rotaz. Y	Rotaz. Z
4	0.00(1)	0.00(1)	-0.55(1)	-0.00(1)	-0.00(1)	0.00(1)
5	0.00(1)	0.00(1)	-0.54(1)	0.00(1)	0.00(1)	0.00(1)
6	0.00(1)	0.00(1)	-0.54(1)	0.00(1)	-0.00(1)	0.00(1)

Risultati Analisi Dinamica - Reazioni massime - Nodi

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Nodo	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0

Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Impalcati

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

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

Piano	Trasl. X	Trasl. Y	Trasl. Z	Rotaz. X	Rotaz. Y	Rotaz. Z
	mm	mm	mm	mrad	mrad	mrad
0	-0.00(4-I-1)	-0.00(4-I-1)	-0.55(1-1)	0.00(1-1)	0.00(1-1)	-0.00(4-I-1)

Risultati Analisi Dinamica - Spostamenti massimi - Impalcati (SLD)

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

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

Piano	Trasl. X	Trasl. Y	Trasl. Z	Rotaz. X	Rotaz. Y	Rotaz. Z
	mm	mm	mm	mrad	mrad	mrad
0	-0.00(11-I-1)	-0.00(11-I-1)	-0.42(7-1)	0.00(7-1)	0.00(7-1)	-0.00(11-I-1)

Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni massime - Involuppi - Travi di fondazione

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Asta	N.in.	N	Ty	Tz	Mt	My	Mz
	N.fin.	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m
9001	3	0	0	74(1)	0	-38(1)	0
	1	0	0	-45(1)	0	-8(1)	0
9001	5	0	0	50(1)	0	-10(1)	0
	3	0	0	-77(1)	0	-39(1)	0
9002	1	0	0	59(1)	0	-12(1)	0
	2	0	0	-59(1)	0	-12(1)	0
9003	2	0	0	45(1)	0	-8(1)	0
	4	0	0	-74(1)	0	-38(1)	0
9003	4	0	0	77(1)	0	-39(1)	0
	6	0	0	-50(1)	0	-10(1)	0
9004	6	0	0	59(1)	0	-11(1)	0
	5	0	0	-59(1)	0	-11(1)	0

Risultati Analisi Dinamica - Sollecitazioni Massime - Muri discretizzati

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Muro	Pann.	Sxx	Syy	Sxy	Mxx	Myy	Mxy
		kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg*m/m	kg*m/m	kg*m/m
1	1	0	0	0	-63(1)	-20(1)	0
1	2	0	0	0	-18(1)	-14(1)	-4(1)
1	3	0	0	0	-18(1)	-14(1)	4(1)
1	4	0	0	0	-63(1)	-20(1)	0
1	5	0	0	0	-64(1)	-20(1)	0
1	6	0	0	0	-19(1)	-14(1)	-4(1)
1	7	0	0	0	-19(1)	-14(1)	4(1)
1	8	0	0	0	-64(1)	-20(1)	0

Verifiche stato limite ultimo

Verifica delle travi di fondazione

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Simbologia:

Terreno	Nome della stratigrafia per travi Winkler
L [cm]	Lunghezza teorica elemento (distanza tra i nodi)
Ln [cm]	Lunghezza netta elemento (tiene conto dei conci rigidi)
L2,L3 [cm]	Lunghezze libere di inflessione
Sez. R: Sezione Rettangolare	
	By[cm]: Larghezza (asse locale y)
	Bz[cm]: Larghezza (asse locale z)
Sez. T: Sezione a T (rovescia e non)	
	Ba[cm]: Larghezza base inferiore
	Ha[cm]: Altezza inferiore
	Bs[cm]: Larghezza superiore
	Hs[cm]: Altezza superiore
Sez. L: Sezione ad L (rovescia e non)	
	Ba[cm]: Larghezza base inferiore
	Ha[cm]: Altezza inferiore
	Bs[cm]: Larghezza superiore
	Hs[cm]: Altezza superiore
Sez. C: Sezione circolare	
	R[cm]: Raggio
Sez. G: Sezione generica	
	B[cm]: Larghezza
	H[cm]: Altezza
Fatt.Ampl.Sisma	Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)
X [cm]	Punto di verifica
ILN	Inizio luce netta
CAMP	Punto di massimo momento sia superiore che inferiore ad esclusione degli estremi
FLN	Fine luce netta
M- [kg*m]	Momento negativo massimo di calcolo ⁽¹⁾
N- [kg]	Sforzo normale corrispondente ad M-
M+ [kg*m]	Momento positivo massimo di calcolo ⁽¹⁾
N+ [kg]	Sforzo normale corrispondente ad M+
DM- [kg*m]	Incremento di M- per la traslazione del diagramma del momento a causa del taglio
DM+ [kg*m]	Incremento di M+ per la traslazione del diagramma del momento a causa del taglio
Afs [cmq]	Area di ferro superiore
Afi [cmq]	Area di ferro inferiore
esc-	Deformazione nel cls per effetto di M-:N- ⁽⁴⁾

esc+	Deformazione nel cls per effetto di M+:N+(⁴)
esf-	Deformazione nell'acciaio per effetto di M:-N-(⁴)
esf+	Deformazione nell'acciaio per effetto di M+:N+(⁴)
C-	Combinazione di carico generatore di M:-N-
C+	Combinazione di carico generatore di M+:N+
x- [cm]	Profondità asse neutro per la combinazione C-(⁵)
d- [cm]	Altezza utile della sezione per la combinazione C-(⁶)
x+ [cm]	Profondità asse neutro per la combinazione C+(⁵)
d+ [cm]	Altezza utile della sezione per la combinazione C+(⁶)
Mr- [kg*m]	Momento resistente superiore
Mr+ [kg*m]	Momento resistente inferiore
Stato-	Stato della sezione per la combinazione C-(⁷)
Stato+	Stato della sezione per la combinazione C+(⁷)
Comb	Combinazione di carico: quando Comb non è sismica è individuata dal codice [C], quando è sismica è individuata dal codice [(Cx+Cy) Cm Sc].
- C	Individua la Combinazione di Carico non sismica (1, 2, ecc. come da scenario);
- Cx	Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione x (SismaX, come da scenario);
- Cy	Individua la Combinazione di Carico sismica in direzione y (SismaY, come da scenario);
- Cm	Individua la Combinazione spostamento masse (I, II, III, IV, V, ecc. come da Combinazioni Sisma in Spostamento masse impalcato);
- Sc	Individua la sottocombinazione ottenuta mediante la permutazione dei segni (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8):
1)	Sc = + SismaZ*fz + SismaX*fx + SismaY*fy
2)	Sc = + SismaZ*fz + SismaX*fx - SismaY*fy
3)	Sc = + SismaZ*fz - SismaX*fx + SismaY*fy
4)	Sc = + SismaZ*fz - SismaX*fx - SismaY*fy
5)	Sc = - SismaZ*fz + SismaX*fx + SismaY*fy
6)	Sc = - SismaZ*fz + SismaX*fx - SismaY*fy
7)	Sc = - SismaZ*fz - SismaX*fx + SismaY*fy
8)	Sc = - SismaZ*fz - SismaX*fx - SismaY*fy
Le ultime quattro sono assenti quando non è richiesto il contributo del sisma in direzione verticale. Le combinazioni delle azioni sismiche così ottenute vengono combinate con i carichi verticali (come da scenario).	
Sez	Sezione di verifica [Sinistra/Destra]
Td [kg]	Taglio di verifica(²)
VRdns [kg]	Resistenza a taglio in assenza di armature
VRcd [kg]	Resistenza taglio-compressione calcestruzzo
VRsd [kg]	Resistenza taglio-trazione acciaio
VRd [kg]	Resistenza a taglio =min(VRcd,VRsd)
VRd,f [kg]	Resistenza a taglio dovuta alla resistenza a trazione del calcestruzzo ad alte prestazioni (quando presente)(cfr. eq 4.2 CNR204/2006), oppure resistenza rinforzo del composito (quando presente)(cfr. eq 4.19 CNR200/2013), oppure resistenza rinforzo della camicia in acciaio (quando presente)(cfr. eq C8.7.4.5 Circolare NTC)
Mt [kg*m]	Momento torcente
Tpl [kg]	Taglio dovuto ai momenti resistenti alle estremità della trave
Mr [kg*m]	Momento resistente (ultimo) utilizzato per il calcolo di Tpl quando richiesto
Dx [cm]	Distanza dall'estremo da armare con staffe
Staffe [cmq]	Area delle staffe
cot(q)	cot(q) secondo il punto 4.1.2.3.5 delle Norme Tecniche
F.Par. [cmq]	Area armatura longitudinale di parete(³)
Cs	Coefficiente di sicurezza definito dal rapporto Fr/Fd (Fr=resistenza,Fd=azione)
ZE	Livello di sicurezza sismico definito come rapporto tra l'accelerazione sopportabile e l'accelerazione di progetto, quando richiesto dal criterio di verifica
Simbologia verifica travi collegamento:	
Comb	Combinazione più gravosa
Nsd [kg]	Azione verticale negli elementi collegati, nella combinazione specificata
a	Coefficiente in funzione della classe di terreno (NTC 7.2.5.1)
a/g	Punto di aggancio dello spettro di accelerazione [a/g=Sa(0)]
N	Sforzo normale di verifica N=a*Nsd*a/g
Af [cmq]	Area di ferro complessiva nella sezione
NRd C [kg]	Resistenza a compressione della sezione
NRd T [kg]	Resistenza a trazione della sezione

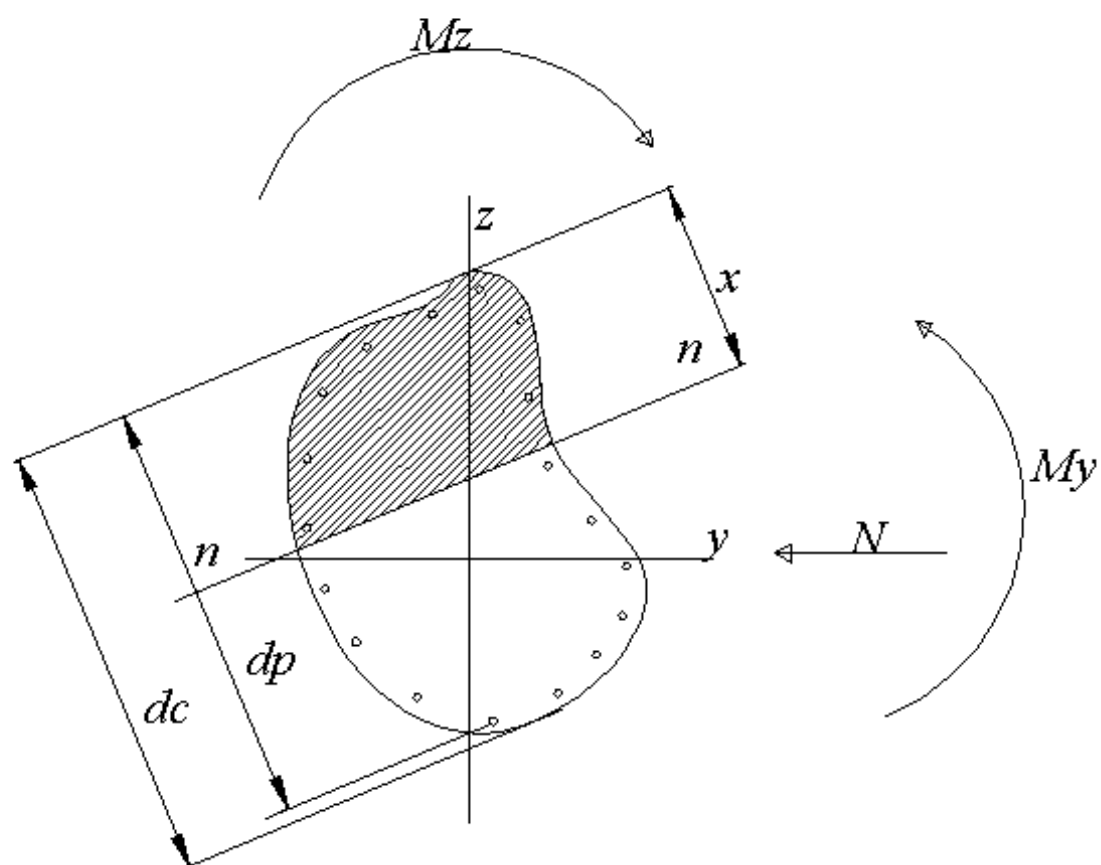
Verifiche duttilità (quando richieste):

Zona	Sezione di verifica dell'elemento
Comb.	Combinazione di verifica

Nmax [kg]	Sforzo Normale massimo
Dir	Direzione di flessione (pilastri=Y o Z, travi =Z, pareti= ortogonale alla base)
Mry [kg*m]	Momento di snervamento corrispondente a Nmax
MrU [kg*m]	Momento ultimo (resistente) corrispondente a Nmax sulla sezione depurata del calcestruzzo non confinato, considerando il confinamento
fy[1/m]	Curvatura allo snervamento ($f_y = MrU/Mry * f'y$)
fu[1/m]	Curvatura allo corrispondente a MrU
m	Capacità in duttilità della sezione
F.Conf	Fattore di confinamento adottato ($= f_{ck,c}/f_{ck}$)
md	Richiesta in duttilità della sezione
Cs	Livello di sicurezza ($Cs=m/md$)

Note Verifica travi:

- (1) il valore del momento di verifica è dato da $M + DM$
- (2) T_d è il valore di verifica a taglio esso è calcolato in funzione della somma tra taglio da carichi verticali il valore di T_{pl} ovvero quando la trave è tozza amplificando il taglio di calcolo dovuto al sisma per il fattore di comportamento
- (3) armatura necessaria per la sola verifica a torsione
- (4) le deformazioni sono stampate a meno del fattore 10^{-3}
- (5) distanza tra la fibra di cls compressa più lontana e l'asse neutro in direzione ortogonale all'asse neutro
- (6) distanza tra le fibre sollecitate più lontane dall'asse neutro: nel caso di sezione parzializzata le due fibre sono quella di cls compresso e quella dell'acciaio teso più lontane da n-n, mentre nel caso di sezione completamente compressa le due fibre sono le due di cls compresso più lontane da n-n
- (7) Indica lo stato della sezione se: completamente compressa (Compr.),completamente tesa (Tesa), parzializzata (Parz.)



$M_z=0$ per presso-flessione retta e z asse di simmetria
 $d = d_p$ per sezione parzializzata
 $d = d_c$ per sezione completamente compressa ($x \geq d_c$)

Schema geometrico verifica della sezione

Trave di fondazione: 9001 [3,1], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=188.0 cm Ln=188.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio : CLS_TraviFondazione - Verifica a flessione : **Verificato**

X	M-	M+	DM-	DM+	Afs	Afi	Mr-	Mr+	C-	C+	CS
cm	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg*m	kg*m			
ILN	--	38	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
18.8	--	26	--	11	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
CAMP	--	20	--	18	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
169.2	--	2	--	6	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
FLN	--	8	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100

X	x-	d-	x-/d-	x+	d+	x+/d+	Mr-	Mr+	C-	C+	Stato-	Stato+
cm	cm	cm		cm	cm		kg*m	kg*m				
ILN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
18.8	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
CAMP	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
169.2	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
FLN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.

Verifica a taglio: $\cot(q) = 2.297$ Comb: 2

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg*m	cm	cmq/m	
Sin	82	--	33368	33368	33368	0	5930	188.0	11.49	>100
Des							5892			

Trave di fondazione: 9001 [5,3], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=200.0 cm Ln=200.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio : CLS_TraviFondazione - Verifica a flessione : **Verificato**

X	M-	M+	DM-	DM+	Afs	Afi	Mr-	Mr+	C-	C+	CS
cm	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg*m	kg*m			
ILN	--	10	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
20.0	--	3	--	7	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
CAMP	--	20	--	19	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
180.0	--	27	--	13	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
FLN	--	39	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100

X	x-	d-	x-/d-	x+	d+	x+/d+	Mr-	Mr+	C-	C+	Stato-	Stato+
cm	cm	cm		cm	cm		kg*m	kg*m				
ILN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
20.0	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
CAMP	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
180.0	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
FLN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.

Verifica a taglio: $\cot(q)$ Sin=2.177, $\cot(q)$ Cen=2.500, $\cot(q)$ Des=2.177 Comb: Sin=2 Cen=2 Des=2

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg*m	cm	cmq/m	
Sin	50	--	34586	34586	34586	0	5930	40.0	12.57	>100
Cen	62	--	31441	21184	21184	--	--	--	6.70	>100
Des	77	--	34586	34586	34586	0	5892	40.0	12.57	>100

Trave di fondazione: 9002 [1,2], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=203.0 cm Ln=203.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio : CLS_TraviFondazione - Verifica a flessione : **Verificato**

X	M-	M+	DM-	DM+	Afs	Afi	Mr-	Mr+	C-	C+	CS
cm	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg*m	kg*m			
ILN	--	12	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
20.3	--	2	--	9	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
CAMP	1	20	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
182.7	--	2	--	9	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
FLN	--	12	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100

X	x-	d-	x-/d-	x+	d+	x+/d+	Mr-	Mr+	C-	C+	Stato-	Stato+
cm	cm	cm		cm	cm		kg*m	kg*m				
ILN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
20.3	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
CAMP	8.8	35.9	0.244	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	Parz.	Parz.
182.7	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
FLN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.

Verifica a taglio: cot(q) Sin=2.177,cot(q) Cen=2.500,cot(q) Des=2.177 Comb: Sin=2 Cen=2 Des=2

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg*m	cm	cmq/m	
Sin	59	--	34586	34586	34586	0	5930	40.0	12.57	>100
Cen	77	--	31441	20667	20667	--	--	--	6.54	>100
Des	59	--	34586	34586	34586	0	5892	40.0	12.57	>100

Trave di fondazione: 9003 [2,4], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=188.0 cm Ln=188.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio : CLS_TraviFondazione - Verifica a flessione : **Verificato**

X	M-	M+	DM-	DM+	Afs	Afi	Mr-	Mr+	C-	C+	CS
cm	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg*m	kg*m			
ILN	--	8	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
18.8	--	2	--	6	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
CAMP	--	20	--	18	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
169.2	--	26	--	11	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
FLN	--	38	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100

X	x-	d-	x-/d-	x+	d+	x+/d+	Mr-	Mr+	C-	C+	Stato-	Stato+
cm	cm	cm		cm	cm		kg*m	kg*m				
ILN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
18.8	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
CAMP	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
169.2	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
FLN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.

Verifica a taglio: cot(q) =2.297 Comb: 2

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg*m	cm	cmq/m	
Sin	74	--	33368	33368	33368	0	5930	188.0	11.49	>100
Des							5892			

Trave di fondazione: 9003 [4,6], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=200.0 cm Ln=200.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio : CLS_TraviFondazione - Verifica a flessione : **Verificato**

X	M-	M+	DM-	DM+	Afs	Afi	Mr-	Mr+	C-	C+	CS
cm	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg*m	kg*m			
ILN	--	39	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
20.0	--	27	--	13	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
CAMP	--	20	--	19	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
180.0	--	3	--	7	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
FLN	--	10	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100

X	x-	d-	x-/d-	x+	d+	x+/d+	Mr-	Mr+	C-	C+	Stato-	Stato+
cm	cm	cm		cm	cm		kg*m	kg*m				
ILN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
20.0	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
CAMP	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
180.0	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
FLN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.

Verifica a taglio: cot(q) Sin=2.177,cot(q) Cen=2.500,cot(q) Des=2.177 Comb: Sin=2 Cen=2 Des=2

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg*m	cm	cmq/m	
Sin	77	--	34586	34586	34586	0	5930	40.0	12.57	>100

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
Cen	86	--	31441	21184	21184	--	--	--	6.70	>100
Des	50	--	34586	34586	34586	0	5892	40.0	12.57	>100

Trave di fondazione: 9004 [6,5], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=203.0 cm Ln=203.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio : CLS_TraviFondazione - Verifica a flessione : **Verificato**

X	M-	M+	DM-	DM+	Afs	Afi	Mr-	Mr+	C-	C+	CS
cm	kg*m	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg*m	kg*m			
ILN	--	11	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
20.3	--	2	--	9	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
CAMP	1	21	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
182.7	--	2	--	9	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100
FLN	--	11	--	--	4.62	4.65	5892	5930	1	1	>100

X	x-	d-	x-/d-	x+	d+	x+/d+	Mr-	Mr+	C-	C+	Stato-	Stato+
cm	cm	cm		cm	cm		kg*m	kg*m				
ILN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
20.3	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
CAMP	8.8	35.9	0.244	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	Parz.	Parz.
182.7	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.
FLN	--	--	--	8.8	35.9	0.245	5892	5930	1	1	--	Parz.

Verifica a taglio: cot(q) Sin=2.177,cot(q) Cen=2.500,cot(q) Des=2.177 Comb: Sin=2 Cen=2 Des=2

Sez	Td	VRdns	VRcd	VRsd	VRd	Tpl	Mr	Dx	Staffe	CS
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg*m	cm	cmq/m	
Sin	59	--	34586	34586	34586	0	5930	40.0	12.57	>100
Cen	77	--	31441	20667	20667	--	--	--	6.54	>100
Des	59	--	34586	34586	34586	0	5892	40.0	12.57	>100

Verifica dei Muri in calcestruzzo

Scenario di calcolo: **Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018**

Simbologia:

Muro	Indice del muro in verifica
Nodi	[n1-n2-n3-n4...] Indici dei nodi di attacco del muro
Pann.X	Numero di pannelli in direzione locale X del muro(per muri a pannelli)
Pann.Y	Numero di pannelli in direzione locale Y del muro(per muri a pannelli)
Pann	Numero totale di pannelli (per muri a mesh)
Spess [cm]	Spessore del muro
Criterio	Criterio di verifica adottato per la verifica
Pannello	Indice del pannello
Nx [kg]	Sforzo in direzione x locale per metro lineare (Nx=sxx*spessore)
Ny [kg]	Sforzo in direzione y locale per metro lineare (Ny=syy*spessore)
Nxy [kg]	Sforzo tagliante locale per metro lineare (Nxy=sxy*spessore)
Mx [kg*m]	Momento in direzione x locale per metro lineare
My [kg*m]	Momento in direzione y locale per metro lineare
Mxy [kg*m]	Momento torcente locale per metro lineare
Ax [mq]	Armatura totale pannello in direzione x locale ⁽¹⁾
Ay [mq]	Armatura totale pannello in direzione y locale ⁽¹⁾
ec	Deformazione nel cls ⁽²⁾
ef	Deformazione nell'acciaio ⁽²⁾
Massimi	Armature massime riscontrate nel muro
Massimo	massima sigma ideale riscontrata nel muro
sid+,sid- [kg/cmq]	$(sx^2+sy^2-sx*sy+3*txy^2)^{1/2}$ Tensioni ideali ai lembi della lastra (Acciaio)
sid+,sid- [kg/cmq]	$(sx^2+sy^2-sx*sy+3*txy^2)^{1/2}$ Tensioni ideali ai lembi della lastra (Legno)
Fatt.Ampl.Sisma	Fattore moltiplicativo di gruppo per le azioni sismiche (solo se diverso da 1.0)
Cs	Coefficiente di sicurezza definito dal rapporto Mr(N) / Md (Mr(N)=Momento resistente corrispondente allo sforzo normale N,Md=momento agente), quando richiesto dal criterio di verifica

ZE Livello di sicurezza sismico definito come rapporto tra l'accelerazione sopportabile e l'accelerazione di progetto, quando richiesto dal criterio di verifica

Note Verifica muri:

(¹): Le armature Ax ed Ay vanno intese come a metro lineare di pannello.

(²): Le deformazioni sono stampate a meno del fattore 10^{-3} ; esse si riferiscono alla verifica considerando quali sollecitazioni di progetto $M_x, d=M_x \pm |M_{xy}|, M_y, d=M_y \pm |M_{xy}|$ scegliendo il segno in modo tale da rendere massimo in valore assoluto il relativo momento flettente, le sollecitazioni stampate si riferiscono alle sollecitazioni in una data combinazione riferite al sistema locale del pannello

Muro [Platea]: 1 - Nodi: [5-3-1-2-4-6]Pann=8Spess.=40 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS_Platee, Materiale=C25/30,z_E=10000000000.000 [(3+4)-l-1] : **Verificato**

Armatura a maglia doppia

Pannello	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Ax	Ay	C	Cs
	kg	kg	kg	kg*m	kg*m	kg*m	cmq	cmq		
1	0	0	0	-63	-20	-1	10.26	10.26	1	>100
2	0	0	0	-18	-14	-4	10.26	10.26	1	>100
3	0	0	0	-18	-14	4	10.26	10.26	1	>100
4	0	0	0	-63	-20	1	10.26	10.26	1	>100
5	0	0	0	-64	-20	-0	10.26	10.26	1	>100
6	0	0	0	-19	-14	-4	10.26	10.26	1	>100
7	0	0	0	-19	-14	4	10.26	10.26	1	>100
8	0	0	0	-64	-20	0	10.26	10.26	1	>100
Massimi/minimi										
1							10.26			
1								10.26		
8										>100

Verifiche stato limite di esercizio

Verifica delle travi (Stati limite esercizio)

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Simbologia

Terreno	Nome della stratigrafia per travi Winkler
L [cm]	Lunghezza teorica elemento (distanza tra i nodi)
Ln [cm]	Lunghezza netta elemento (tiene conto dei conci rigidi)
L2,L3 [cm]	Lunghezze libere di inflessione
Sez. R: Sezione Rettangolare	
	By[cm]: Larghezza (asse locale y)
	Bz[cm]: Larghezza (asse locale z)
Sez. T: Sezione a T (rovescia e non)	
	Ba[cm]: Larghezza base inferiore
	Ha[cm]: Altezza inferiore
	Bs[cm]: Larghezza superiore
	Hs[cm]: Altezza superiore
Sez. L: Sezione ad L (rovescia e non)	
	Ba[cm]: Larghezza base inferiore
	Ha[cm]: Altezza inferiore
	Bs[cm]: Larghezza superiore
	Hs[cm]: Altezza superiore
Sez. C: Sezione circolare	
	R[cm]: Raggio
Sez. G: Sezione generica	
	B[cm]: Larghezza
	H[cm]: Altezza
X [cm]	Punto di verifica
sca [kg/cm ²]	Tensione ammissibile nel cls
sfa [kg/cm ²]	Tensione ammissibile nell'acciaio
scta [kg/cm ²]	Tensione ammissibile a trazione (quando richiesto dalla verifica)
M- [kg*m]	Momento negativo massimo di calcolo
M+ [kg*m]	Momento positivo massimo di calcolo
M [kg*m]	Momento di calcolo (travi a flessione, pilastri circolari)

My [kg*m]	Momento calcolo per verifiche a pressoflessione
Mz [kg*m]	Momento calcolo per verifiche a pressoflessione (Sez. L, Pilastri)
N [kg]	Sforzo normale corrispondente ad My (e Mz per Sez. L, Pilastri)
Afsup [cmq]	Area di ferro superiore
Afinf [cmq]	Area di ferro inferiore
Afsin [cmq]	Area di ferro sinistra (Sez. L)
Afdes [cmq]	Area di ferro destra (Sez. L)
sc- [kg/cm ²]	Tensione nel cls compresso per effetto di M-
scy [kg/cm ²]	Tensione nel cls compresso per effetto di (N, My) in caso di pressoflessione retta
scz [kg/cm ²]	Tensione nel cls compresso per effetto di (N, Mz) in caso di pressoflessione retta
sc+ [kg/cm ²]	Tensione nel cls compresso per effetto di M+
sct- [kg/cm ²]	Tensione nel cls teso per effetto di M-
sct+ [kg/cm ²]	Tensione nel cls teso per effetto di M+
sf- [kg/cm ²]	Tensione nell'acciaio per effetto di M-
sf+ [kg/cm ²]	Tensione nell'acciaio per effetto di M+
sfy [kg/cm ²]	Tensione nel acciaio per effetto di (N, My) in caso di pressoflessione retta
sfz [kg/cm ²]	Tensione nel acciaio per effetto di (N, Mz) in caso di pressoflessione retta
Cb-	Combinazione di carico generatore di M-
Cb+	Combinazione di carico generatore di M+
sc [kg/cm ²]	Tensione nel cls per effetto di N My
sf [kg/cm ²]	Tensione nell'acciaio per effetto di N My
Cb	Combinazione di carico generatore di N My
Act [mq]	Area di calcestruzzo teso
Aft [cmq]	Area di acciaio teso
pAft [cm]	Perimetro area di acciaio teso
S _{r,max} [cm]	Distanza massima delle fessure
ssfmed [kg/cm ²]	Tensione media dell'acciaio
Wd [mm]	Apertura delle fessure
Wk [mm]	Apertura caratteristica delle fessure
Wamm_Freq [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Frequente
Wamm_Qp [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Quasi Permanente
Wamm_Rara [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Rara
Cs	Coefficiente di sicurezza definito come minimo di sAmm/s tra acciaio e calcestruzzo oppure Wamm/Wk

Trave di fondazione: 9001 [5,3], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=200.0 cm Ln=200.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio: CLS_TraviFondazione

Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq				
0.0	8	--	4.62	4.65	-0	5	--	--	7	7	Si	>100
20.0	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
100.0	25	--	4.62	4.65	-0	16	--	--	7	7	Si	>100
180.0	21	--	4.62	4.65	-0	14	--	--	7	7	Si	>100
200.0	30	--	4.62	4.65	-0	20	--	--	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq				
0.0	8	--	4.62	4.65	-0	5	--	--	9	9	Si	>100
20.0	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
100.0	25	--	4.62	4.65	-0	16	--	--	9	9	Si	>100
180.0	21	--	4.62	4.65	-0	14	--	--	9	9	Si	>100
200.0	30	--	4.62	4.65	-0	20	--	--	9	9	Si	>100

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

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
cm	kg*m	mq	cmq	cm	cm	kg/cmq	mm	mm			
0.0	-8	0.0	4.65	15.08	27.0	5	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
0.0	-8	0.0	4.65	15.08	27.0	5	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
20.0	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
20.0	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
100.0	-25	0.0	4.65	15.08	27.0	16	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
100.0	-25	0.0	4.65	15.08	27.0	16	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
180.0	-21	0.0	4.65	15.08	27.0	14	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
180.0	-21	0.0	4.65	15.08	27.0	14	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
200.0	-30	0.0	4.65	15.08	27.0	20	0.002	0.002	9(Qp)	Si	>100
200.0	-30	0.0	4.65	15.08	27.0	20	0.002	0.002	8(Fr)	Si	>100

Trave di fondazione: 9001 [3,1], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=188.0 cm Ln=188.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio: CLS_TraviFondazione

Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq				
0.0	29	--	4.62	4.65	-0	19	--	--	7	7	Si	>100
18.8	20	--	4.62	4.65	-0	13	--	--	7	7	Si	>100
94.0	20	--	4.62	4.65	-0	13	--	--	7	7	Si	>100
169.2	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
188.0	6	--	4.62	4.65	-0	4	--	--	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq				
0.0	29	--	4.62	4.65	-0	19	--	--	9	9	Si	>100
18.8	20	--	4.62	4.65	-0	13	--	--	9	9	Si	>100
94.0	20	--	4.62	4.65	-0	13	--	--	9	9	Si	>100
169.2	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
188.0	6	--	4.62	4.65	-0	4	--	--	9	9	Si	>100

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

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
cm	kg*m	mq	cmq	cm	cm	kg/cmq	mm	mm			
0.0	-29	0.0	4.65	15.08	27.0	19	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
0.0	-29	0.0	4.65	15.08	27.0	19	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
18.8	-20	0.0	4.65	15.08	27.0	13	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
18.8	-20	0.0	4.65	15.08	27.0	13	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
94.0	-20	0.0	4.65	15.08	27.0	13	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
94.0	-20	0.0	4.65	15.08	27.0	13	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
169.2	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
169.2	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
188.0	-6	0.0	4.65	15.08	27.0	4	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
188.0	-6	0.0	4.65	15.08	27.0	4	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100

Trave di fondazione: 9002 [1,2], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=203.0 cm Ln=203.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio: CLS_TraviFondazione

Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	7	7	Si	>100
20.3	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
101.5	16	--	4.62	4.65	-0	10	--	--	7	7	Si	>100
182.7	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
203.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	9	9	Si	>100
20.3	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
101.5	16	--	4.62	4.65	-0	10	--	--	9	9	Si	>100
182.7	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
203.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	9	9	Si	>100

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

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
cm	kg*m	mq	cmq	cm	cm	kg/cm ²	mm	mm			
0.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
0.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
20.3	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
20.3	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
101.5	-16	0.0	4.65	15.08	27.0	10	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
101.5	-16	0.0	4.65	15.08	27.0	10	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
182.7	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
182.7	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
203.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
203.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100

Trave di fondazione: 9003 [2,4], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=188.0 cm Ln=188.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio: CLS_TraviFondazione

Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	6	--	4.62	4.65	-0	4	--	--	7	7	Si	>100
18.8	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
94.0	23	--	4.62	4.65	-0	15	--	--	7	7	Si	>100
169.2	20	--	4.62	4.65	-0	13	--	--	7	7	Si	>100
188.0	29	--	4.62	4.65	-0	19	--	--	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	6	--	4.62	4.65	-0	4	--	--	9	9	Si	>100
18.8	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
94.0	23	--	4.62	4.65	-0	15	--	--	9	9	Si	>100
169.2	20	--	4.62	4.65	-0	13	--	--	9	9	Si	>100
188.0	29	--	4.62	4.65	-0	19	--	--	9	9	Si	>100

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

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
cm	kg*m	mq	cmq	cm	cm	kg/cm ²	mm	mm			
0.0	-6	0.0	4.65	15.08	27.0	4	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
0.0	-6	0.0	4.65	15.08	27.0	4	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
18.8	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
18.8	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
94.0	-23	0.0	4.65	15.08	27.0	15	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
94.0	-23	0.0	4.65	15.08	27.0	15	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
169.2	-20	0.0	4.65	15.08	27.0	13	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
169.2	-20	0.0	4.65	15.08	27.0	13	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
188.0	-29	0.0	4.65	15.08	27.0	19	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
188.0	-29	0.0	4.65	15.08	27.0	19	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100

Trave di fondazione: 9003 [4,6], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=200.0 cm Ln=200.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio: CLS_TraviFondazione

Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	30	--	4.62	4.65	-0	20	--	--	7	7	Si	>100
20.0	21	--	4.62	4.65	-0	14	--	--	7	7	Si	>100
100.0	21	--	4.62	4.65	-0	14	--	--	7	7	Si	>100
180.0	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
200.0	8	--	4.62	4.65	-0	5	--	--	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	30	--	4.62	4.65	-0	20	--	--	9	9	Si	>100
20.0	21	--	4.62	4.65	-0	14	--	--	9	9	Si	>100
100.0	21	--	4.62	4.65	-0	14	--	--	9	9	Si	>100
180.0	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
200.0	8	--	4.62	4.65	-0	5	--	--	9	9	Si	>100

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

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
cm	kg*m	m ²	cmq	cm	cm	kg/cm ²	mm	mm			
0.0	-30	0.0	4.65	15.08	27.0	20	0.002	0.002	8(Fr)	Si	>100
0.0	-30	0.0	4.65	15.08	27.0	20	0.002	0.002	9(Qp)	Si	>100
20.0	-21	0.0	4.65	15.08	27.0	14	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
20.0	-21	0.0	4.65	15.08	27.0	14	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
100.0	-21	0.0	4.65	15.08	27.0	14	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
100.0	-21	0.0	4.65	15.08	27.0	14	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
180.0	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
180.0	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
200.0	-8	0.0	4.65	15.08	27.0	5	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
200.0	-8	0.0	4.65	15.08	27.0	5	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100

Trave di fondazione: 9004 [6,5], Pilastrate [--,--] Sez. R: By=40.0 cm Bz=40.0 cm L=203.0 cm Ln=203.0 cm
Terreno=Terreno1 Criterio: CLS_TraviFondazione

Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	7	7	Si	>100
20.3	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
101.5	16	--	4.62	4.65	-0	10	--	--	7	7	Si	>100
182.7	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	7	7	Si	>100
203.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

X	M+	M-	Afsup	Afinf	sc+	sf+	sc-	sf-	Cb+	Cb-	Ver.	CS
cm	kg*m	kg*m	cmq	cmq	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²				
0.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	9	9	Si	>100
20.3	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
101.5	16	--	4.62	4.65	-0	10	--	--	9	9	Si	>100
182.7	2	--	4.62	4.65	-0	1	--	--	9	9	Si	>100
203.0	9	--	4.62	4.65	-0	6	--	--	9	9	Si	>100

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

X	M	Act	Aft	pAft	S _{r,max}	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver.	Cs
cm	kg*m	mq	cmq	cm	cm	kg/cmq	mm	mm			
0.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
0.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
20.3	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
20.3	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
101.5	-16	0.0	4.65	15.08	27.0	10	0.001	0.001	9(Qp)	Si	>100
101.5	-16	0.0	4.65	15.08	27.0	10	0.001	0.001	8(Fr)	Si	>100
182.7	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
182.7	-2	0.0	4.65	15.08	27.0	1	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100
203.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	9(Qp)	Si	>100
203.0	-9	0.0	4.65	15.08	27.0	6	0.000	0.000	8(Fr)	Si	>100

Verifica dei Muri (Stati limite esercizio)

Scenario di calcolo: Set_NT_SLV_SLD_A2STR/GEO_2018

Simbologia

P.	Numero pannello
Nx [kg/cm ²]	Sforzo normale in direzione x
Ny [kg/cm ²]	Sforzo normale in direzione y
Nxy [kg/cm ²]	Sforzo tagliante in direzione xy
Mx [kg]	Momento flettente in direzione x
My [kg]	Momento flettente in direzione y
Mxy [kg]	Momento torcente
Afx [cm ² /m]	Area acciaio in direzione x per metro lineare
Afy [cm ² /m]	Area acciaio in direzione y per metro lineare
sc [kg/cm ²]	Tensione nel calcestruzzo compresso
sf [kg/cm ²]	Tensione nell'acciaio
sct [kg/cm ²]	Tensione nel calcestruzzo teso
ssct [kg/cm ²]	Tensione nel calcestruzzo teso (quando richiesto dalla verifica)
ssca [kg/cm ²]	Tensione ammissibile nel calcestruzzo
ssfa [kg/cm ²]	Tensione ammissibile nell'acciaio
sscta [kg/cm ²]	Tensione ammissibile nel calcestruzzo teso
Cbc	Combinazione generatore della tensione nel cls compresso
Cbct	Combinazione generatore della tensione nel cls teso
Cbf	Combinazione generatore della tensione nell'acciaio
Cb	Combinazione
ssfmed [kg/cm ²]	Tensione media dell'acciaio
Wd [mm]	Apertura delle fessure
Wk [mm]	Apertura caratteristica delle fessure
Wamm_Freq [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Frequente
Wamm_Qp [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Quasi Permanente
Wamm_Rara [mm]	Apertura ammissibile delle fessure per combinazione Rara
Cs	Coefficiente di sicurezza definito come minimo di sAmm/s tra acciaio e calcestruzzo oppure Wamm/Wk

Muro [Platea]: 1 - Nodi: [5-3-1-2-4-6]Pann=8Spess.=40 cm, Terreno=Terreno1, ,Criterio=CLS_Platee, Materiale=C25/30

Armatura a maglia doppia, Stampa elementi piu' gravosi
Combinazione Rara: sca[kg/cm²]=149 sfa[kg/cm²]=3600

P.	Afx	Afy	sc	sf	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	kg/cmq	kg/cmq				
8	10.26	10.26	-0	28	7	7	Si	>100

Combinazione QP: sca[kg/cm²]=112 sfa[kg/cm²]=3600

P.	Afx	Afy	sc	sf	Cbc	Cbf	Ver	Cs
	cmq/m	cmq/m	kg/cmq	kg/cmq				
8	10.26	10.26	-0	28	9	9	Si	>100

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

P.	Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	sfmed	Wd	Wk	Cb	Ver	Cs
	kg/cmq	kg/cmq	kg/cmq	kg	kg	kg	kg/cmq	mm	mm			
8	0.00	0.00	0.00	-49	-15	0	28	0.004	0.004	9(Qp)	Si	75
8	0.00	0.00	0.00	-49	-15	0	28	0.004	0.004	8(Fr)	Si	>100



Il Progettista

[Handwritten signature]

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE IN C.A**

Capitolo 4

**PIANO DI MANUTENZIONE
DELLE STRUTTURE**

1 Piano di manutenzione delle strutture

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico.

Il piano di manutenzione assume contenuto differenziato in relazione all'importanza e alla specificità dell'intervento, ed è costituito dai seguenti documenti:

- **il manuale d'uso;**
- **il manuale di manutenzione;**
- **il programma di manutenzione.**

Di seguito sono riportati, in modo sommario, i contenuti dei suddetti documenti che accompagnano il progetto strutturale dell'opera.

1.1 Il manuale d'uso contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione della struttura, nonché tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione;
- d) le modalità di uso corretto.

1.2 Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti della struttura. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

Il manuale di manutenzione contiene le seguenti informazioni:

- a) la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- b) la rappresentazione grafica;
- c) la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- d) il livello minimo delle prestazioni;
- e) le anomalie riscontrabili;
- f) le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
- g) le manutenzioni da eseguire a cura di personale specializzato.

1.3 Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione della struttura e delle sue parti nel corso degli anni.

Esso si articola secondo tre sottoprogrammi:

- il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dalla struttura e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita;
- il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita della struttura, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma;
- il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, che riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione della struttura.

1.4 Normative di riferimento

Il presente "piano di manutenzione riguardante le strutture" previsto dalle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (**D.M. 17.01.2018 (Aggiornamento "Norme tecniche per le costruzioni")**) e relativa Circolare Esplicativa) è redatto seguendo le indicazioni contenute sull'articolo 33 e 38 del D.P.R. 207/2010.

2 Manuale d'uso

Nel presente manuale d'uso è specificato come utilizzare le strutture che compongono l'opera in progetto. Non è consentito apportare modifiche o comunque compromettere l'integrità delle strutture per nessuna ragione. Occorre controllare periodicamente il grado di usura delle parti a vista al fine di riscontrare eventuali anomalie. In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

Per i dettagli tecnici e per collocazione dei diversi elementi strutturali fare riferimento agli allegati grafici.

Detta opera verrà suddivisa per semplicità, in tre grandi parti strutturali:

- **Strutture di fondazioni;**
- **Strutture orizzontali e/o inclinate;**
- **Strutture verticali.**

2.1 Strutture di fondazioni.

Dette strutture hanno la funzione di trasferire il carico al terreno e possono essere costituite, in funzione della tipologia strutturale, in funzione dei carichi trasmessi ed in funzione del tipo di terreno, da:

- Fondazioni dirette;
- Fondazioni indirette;

Di seguito verranno riportati le procedure nonché le prescrizioni d'uso dell'opere in fondazioni.

Modalità di uso corretto

L'utente dovrà soltanto accertarsi della comparsa di eventuali anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali. In caso di accertata anomalia occorre consultare al più presto un tecnico abilitato.

Anomalie riscontrabili

- **Cedimenti**
Dissesti dovuti a cedimenti di natura e causa diverse, talvolta con manifestazioni dell'abbassamento del piano di imposta della fondazione.
- **Distacchi murari**
Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.
- **Fessurazioni**
Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.
- **Lesioni**
Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.
- **Non perpendicolarità del fabbricato**
Non perpendicolarità dell'edificio a causa di dissesti o eventi di natura diversa.
- **Umidità**
Presenza di umidità meteorica, da condensa, da infiltrazione, da risalita.

2.2 Strutture orizzontali e/o inclinate

Le strutture orizzontali o inclinate sono elementi strutturali con funzione di sostenere e trasferire, i carichi agenti, sia verticali che orizzontali, trasmettendoli alle strutture verticali.

Di seguito verranno riportati le procedure nonché le prescrizioni d'uso di dette strutture.

Modalità di uso corretto:

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

Controllare sempre che i carichi variabili non superino i valori di progetto; in particolare porre attenzione nella disposizione di particolari arredamenti che possano determinare carichi concentrati non previsti in progetto. Per un uso corretto occorre che i solai non siano caricati con carichi variabili superiori a quelli di progetto riportati nella seguente tabella, ed indicati con "QVar.":

[begin_solai]

Anomalie riscontrabili

- **Alveolizzazione**
Degradazione che si manifesta con la formazione di cavità di forme e dimensioni variabili. Gli alveoli sono spesso interconnessi e hanno distribuzione non uniforme. Nel caso particolare in cui il fenomeno si sviluppa essenzialmente in profondità con andamento a diverticoli si può usare il termine alveolizzazione a caratura.
- **Bolle d'aria**
Alterazione della superficie del calcestruzzo caratterizzata dalla presenza di fori di grandezza e distribuzione irregolare, generati dalla formazione di bolle d'aria al momento del getto.
- **Cavillature superficiali**
Sottile trama di fessure sulla superficie del calcestruzzo.

- **Crosta**
Deposito superficiale di spessore variabile, duro e fragile, generalmente di colore nero.
- **Decolorazione**
Alterazione cromatica della superficie.
- **Deposito superficiale**
Accumulo di pulviscolo atmosferico o di altri materiali estranei, di spessore variabile, poco coerente e poco aderente alla superficie del rivestimento.
- **Disgregazione**
Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.
- **Distacco**
Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede
- **Efflorescenze**
Formazione di sostanze, generalmente di colore biancastro e di aspetto cristallino o polverulento o filamentoso, sulla superficie del manufatto. Nel caso di efflorescenze saline, la cristallizzazione può talvolta avvenire all'interno del materiale provocando spesso il distacco delle parti più superficiali: il fenomeno prende allora il nome di criptoefflorescenza o subefflorescenza.
- **Erosione superficiale**
Asportazione di materiale dalla superficie dovuta a processi di natura diversa. Quando sono note le cause di degrado, possono essere utilizzati anche termini come erosione per abrasione o erosione per corrosione (cause meccaniche), erosione per corrosione (cause chimiche e biologiche), erosione per usura (cause antropiche).
- **Esfoliazione**
Degradazione che si manifesta con distacco, spesso seguito da caduta, di uno o più strati superficiali subparalleli fra loro, generalmente causata dagli effetti del gelo.
- **Esposizione dei ferri di armatura**
Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.
- **Fessurazioni**
Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.
- **Macchie e graffiti**
Imbrattamento della superficie con sostanze macchianti in grado di aderire e penetrare nel materiale.
- **Mancanza**
Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.
- **Patina biologica**
Strato sottile, morbido e omogeneo, aderente alla superficie e di evidente natura biologica, di colore variabile, per lo più verde. La patina biologica è costituita prevalentemente da microrganismi cui possono aderire polvere, terriccio.
- **Penetrazione di umidità**
Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.
- **Polverizzazione**
Decoesione che si manifesta con la caduta spontanea dei materiali sotto forma di polvere o granuli.
- **Presenza di vegetazione**
Presenza di vegetazione caratterizzata dalla formazione di licheni, muschi e piante lungo le superficie.
- **Rigonfiamento**
Variazione della sagoma che interessa l'intero spessore del materiale e che si manifesta soprattutto in elementi lastriformi. Ben riconoscibile essendo dato dal tipico andamento "a bolla" combinato all'azione della gravità.
- **Scheggiature**
Distacco di piccole parti di materiale lungo i bordi e gli spigoli degli elementi in calcestruzzo

2.2.1 Coperture piane e/o inclinate

Insieme degli elementi tecnici orizzontali o suborizzontali del sistema edilizio aventi funzione di separare gli spazi interni del sistema edilizio stesso dallo spazio esterno sovrastante. Le coperture piane (o coperture continue) sono caratterizzate dalla presenza di uno strato di tenuta all'acqua, indipendentemente dalla pendenza della superficie di copertura, che non presenta soluzioni di continuità ed è composto da materiali impermeabili che posti all'esterno dell'elemento portante svolgono la funzione di barriera alla penetrazione di acque meteoriche.

L'organizzazione e la scelta dei vari strati funzionali nei diversi schemi di funzionamento della copertura consente di definire la qualità della copertura e soprattutto i requisiti prestazionali. Gli elementi e i strati funzionali si possono raggruppare in: elemento di collegamento; elemento di supporto; elemento di tenuta; elemento portante; elemento isolante; strato di barriera al vapore; strato di continuità; strato della diffusione

del vapore; strato di imprimitura; strato di ripartizione dei carichi; strato di pendenza; strato di pendenza; strato di protezione; strato di separazione o scorrimento; strato di tenuta all'aria; strato di ventilazione; strato drenante; strato filtrante, ecc.

Modalità di uso corretto

Controllo periodico delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.).

Controllare sempre che i carichi variabili non superino i valori di progetto.

Tenere pulite le gronde e le discese per evitare infiltrazioni di acqua che possa danneggiare la struttura portante.

Anomalie riscontrabili

- **Disgregazione**
Decoesione caratterizzata da distacco di granuli o cristalli sotto minime sollecitazioni meccaniche.
- **Distacco**
Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede
- **Esposizione dei ferri di armatura**
Distacchi di parte di calcestruzzo (copriferro) e relativa esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici.
- **Fessurazioni**
Presenza di rotture singole, ramificate, ortogonale o parallele all'armatura che possono interessare l'intero spessore del manufatto.
- **Lesioni**
Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.
- **Mancanza**
Caduta e perdita di parti del materiale del manufatto.
- **Penetrazione di umidità**
Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua.

2.3 Strutture verticali

Le strutture verticali, hanno la funzione di collegare le strutture orizzontali, con quelle in fondazioni.

Dette strutture, in funzione delle dimensioni dell'opera, dei carichi e dei sovraccarichi portati nonché dell'azione sismica a cui sono sottoposte, possono essere suddivise in tre grandi categorie:

- **strutture a telaio;**
- **strutture ad arco;**
- **strutture a pareti portanti.**

Di seguito verranno riportati le procedure nonché le prescrizioni d'uso dell'opere verticali.

Modalità di uso corretto

Non compromettere l'integrità delle strutture. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista.

Riscontro di eventuali anomalie.

Anomalie riscontrabili

Come per le strutture orizzontali

3 MANUALE DI MANUTENZIONE

In detto manuale (di manutenzione delle strutture) verranno prescritte, e programmate, la manutenzione della struttura suddividendola in tre parti:

- **manutenzione delle strutture in fondazioni;**
- **manutenzione delle strutture in orizzontali e/o inclinate;**
- **manutenzione delle strutture verticali.**

Per quando concerne gli interventi di manutenzione ovvero al verificarsi delle anomalie, così come riportate nel manuale d'uso bisogna effettuare degli interventi tali da garantire il livello minimo delle prestazioni globali della struttura.

LIVELLO MINIMO DELLE PRESTAZIONI

Le strutture devono garantire la durabilità nel tempo in funzione della classe di esposizione prevista in fase di progetto, in modo da garantire la giusta resistenza alle diverse sollecitazioni di esercizio previste in fase di progettazione. Esse devono garantire stabilità, resistenza e durabilità nel tempo. Per i livelli minimi prestazionali si rimanda alle norme vigenti in materia al momento della progettazione.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DIRETTAMENTE DALL'UTENTE

Nessuna manutenzione può essere eseguita direttamente dall'utente, se non i controlli a vista dello stato di conservazione del manufatto.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI A CURA DI PERSONALE SPECIALIZZATO

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), occorrerà consultare tecnici qualificati, per effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture. Una volta individuate la causa/effetto del dissesto, occorrerà procedere al consolidamento delle parti necessarie, a secondo del tipo di dissesto riscontrato. Inoltre una volta individuato il tipo di intervento, occorre affidarsi ad idonea impresa edile.

3.1 MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE IN FONDAZIONI

I controlli periodici da effettuare su dette strutture, sono in funzione, del tipo di struttura, dei carichi e sovraccarichi portati, della classe d'uso della stessa, nonché dell'importanza dell'opera. In particolare, in via generale si vuole dare un'indicazione sulla periodicità dei controlli da effettuare, ovvero eseguire la manutenzione delle fondazioni in corrispondenza di eventuali anomalie (come riportate nel manuale d'uso) o disfunzioni della struttura in fondazione e/o elevazione.

LIVELLO MINIMO DELLA PRESTAZIONE

- **Resistenza meccanica**

Le strutture in sottosuolo dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.)

Classe di Requisiti: Stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Prestazioni: Le strutture in sottosuolo, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza.

Per i **livelli minimi** si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Si rimanda al Manuale d'uso

CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

Controllo struttura

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: controllo a vista

Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

Requisiti da verificare: Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Cedimenti; 2) Distacchi murari; 3) Fessurazioni; 4) Lesioni; 5) Non perpendicolarità del fabbricato; 6) Umidità.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

- **Interventi sulle strutture**

Cadenza: quando occorre

In seguito alla comparsa di segni di cedimenti strutturali (lesioni, fessurazioni, rotture), effettuare accurati accertamenti per la diagnosi e la verifica delle strutture, da parte di tecnici qualificati, che possano individuare la causa/effetto del dissesto ed evidenziare eventuali modificazioni strutturali tali da compromettere la stabilità delle strutture, in particolare verificare la perpendicolarità del fabbricato. Procedere quindi al consolidamento delle stesse a secondo del tipo di dissesti riscontrati.

Ditte specializzate: Specializzati vari.

3.2 MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE ORIZZONTALI E/O INCLINATE

I controlli di manutenzione da effettuare su strutture orizzontali e inclinate, sono in funzione, del tipo struttura, dei carichi e sovraccarichi portati della classe d'uso della stessa, nonché dell'importanza dell'opera. In particolare, si vuole dare un'indicazione sulla periodicità dei controlli da effettuare.

LIVELLO MINIMO DELLA PRESTAZIONE

- **Resistenza meccanica**

Le strutture orizzontali dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Classe di Requisiti: Stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Prestazioni: Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza

Per i **livelli minimi** si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Si rimanda al Manuale d'uso.

CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

Controllo struttura

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: controllo a vista

Controllare l'integrità delle strutture individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

Requisiti da verificare: Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Alveolizzazione; 2) Bolle d'aria; 3) Cavillature superficiali; 4) Crosta; 5) Decolorazione; 6) Deposito superficiale; 7) Disgregazione; 8) Distacco; 9) Efflorescenze; 10) Erosione superficiale; 11) Esfoliazione; 12) Esposizione dei ferri di armatura; 13) Fessurazioni; 14) Macchie e graffi; 15) Mancanza; 16) Patina biologica; 17) Penetrazione di umidità; 18) Polverizzazione; 19) Presenza di vegetazione; 20) Rigonfiamento; 21) Scheggiature.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

- **Interventi sulle strutture**

Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

Ditte specializzate: Specializzati vari.

3.2.1 MANUTENZIONE DELLE COPERTURE PIANE E/O INCLINATE

Per la manutenzione delle coperture piane e/o inclinate si tiene conto di ulteriori livelli minimi prestazionali, di seguito elencati.

LIVELLO MINIMO DELLA PRESTAZIONE

- **Impermeabilità ai liquidi**

La copertura deve impedire all'acqua meteorica la penetrazione o il contatto con parti o elementi di essa non predisposti.

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

Prestazioni: Le coperture devono essere realizzate in modo tale da impedire qualsiasi infiltrazione d'acqua

piovana al loro interno, onde evitare che l'acqua piovana possa raggiungere i materiali sensibili all'umidità che compongono le coperture stesse. Nel caso di coperture discontinue devono essere rispettate le pendenze minime delle falde, anche in funzione delle località, necessarie ad assicurare la impermeabilità in base ai prodotti utilizzati e alla qualità della posa in opera degli stessi.

Livello minimo della prestazione. In particolare, per quanto riguarda i materiali costituenti l'elemento di tenuta, è richiesto che: le membrane per l'impermeabilizzazione devono resistere alla pressione idrica di 60 kPa per 24 ore, senza manifestazioni di gocciolamenti o passaggi d'acqua; i prodotti per coperture discontinue del tipo tegole, lastre di cemento o fibrocemento, tegole bituminose e lastre di ardesia non devono presentare nessun gocciolamento se mantenuti per 24 ore sotto l'azione di una colonna d'acqua d'altezza compresa fra 10 e 250 mm, in relazione al tipo di prodotto impiegato. Gli altri strati complementari di tenuta devono presentare specifici valori d'impermeabilità.

- **Resistenza al vento**

La copertura deve resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli strati che la costituiscono.

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Prestazioni: Tutte le parti costituenti una copertura, continua o discontinua, devono essere idonee a resistere all'azione del vento in modo da assicurare durata e funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza dell'utenza. L'azione del vento da considerare è quella prevista dal D.M. 12.2.1982, dalla C.M. 24.5.1982 n.22631 e dalla norma CNR B.U. 117 (che dividono convenzionalmente il territorio italiano in quattro zone). I parametri variano anche in funzione dell'altezza dell'edificio e della forma della copertura. In ogni caso le caratteristiche delle coperture, relativamente alla funzione strutturale, devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

Livello minimo della prestazione. I livelli minimi variano in funzione degli elementi impiegati per i quali si rinvia alla normativa vigente.

- **Resistenza all'acqua**

I materiali costituenti la copertura, a contatto con l'acqua, dovranno mantenere inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche.

Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici

Classe di Esigenza: Sicurezza

Prestazioni: I materiali costituenti i rivestimenti delle coperture nel caso vengano in contatto con acqua di origine e composizione diversa (acqua meteorica, acqua di condensa, ecc.) devono conservare inalterate le proprie caratteristiche chimico-fisiche, geometriche e funzionali.

Livello minimo della prestazione. Tutti gli elementi di tenuta delle coperture continue o discontinue in seguito all'azione dell'acqua meteorica, devono osservare le specifiche di imbibizione rispetto al tipo di prodotto secondo le norme vigenti.

- **Isolamento termico**

La copertura deve conservare la superficie interna a temperature vicine a quelle dell'aria ambiente tale da evitare che vi siano pareti fredde e comunque fenomeni di condensazione superficiale. In particolare devono essere evitati i ponti termici.

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

Prestazioni: Le prestazioni relative all'isolamento termico delle coperture sono valutabili in base alla trasmittanza termica unitaria U ed ai coefficienti lineari di trasmissione kl per ponti termici o punti singolari che essa possiede.

Livello minimo della prestazione. Pur non stabilendo specifici limiti prestazionali per le singole chiusure ai fini del contenimento delle dispersioni, tuttavia i valori di U e kl devono essere tali da concorrere a contenere il coefficiente volumico di dispersione Cd dell'intero edificio e quello dei singoli locali nei limiti previsti dalle leggi e normative vigenti.

- **Attitudine al controllo della condensazione interstiziale**

La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione al suo interno.

Classe di Requisiti: Termici ed igrotermici

Classe di Esigenza: Benessere

Prestazioni: La copertura dovrà essere realizzata in modo da evitare la formazione di condensazione al suo interno. In particolare in ogni punto della copertura sia interno che superficiale, il valore della pressione parziale del vapor d'acqua Pv deve essere inferiore alla corrispondente valore della pressione di saturazione Ps.

Livello minimo della prestazione. I livelli minimi variano in funzione di prove di laboratorio eseguite secondo le norme vigenti: - UNI 10350. Componenti edilizi e strutture edilizie - Prestazioni igrotermiche - Stima della temperatura superficiale interna per evitare umidità critica superficiale e valutazione del rischio di condensazione interstiziale;

- UNI 10351. Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore;
- UNI EN 12086. Isolanti termici per edilizia - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo.

- **Resistenza meccanica**

La copertura deve garantire una resistenza meccanica rispetto alle condizioni di carico (carichi concentrati e distribuiti) di progetto in modo da garantire la stabilità e la stabilità degli strati costituenti. Inoltre vanno considerate le caratteristiche dello strato di supporto che dovranno essere adeguate alle sollecitazioni e alla resistenza degli elementi di tenuta.

Classe di Requisiti: Di stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Prestazioni: Tutte le coperture devono essere idonee a contrastare efficacemente il prodursi di rotture o deformazioni gravi sotto l'azione di sollecitazioni meccaniche in modo da assicurare la durata e la funzionalità nel tempo senza pregiudicare la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio e di esercizio, carichi presenti per operazioni di manutenzione quali pedonamento di addetti, sollecitazioni sismiche, carichi dovuti a dilatazioni termiche, assestamenti e deformazioni di strutture portanti.

Livello minimo della prestazione: Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle coperture devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Si rimanda al manuale d'uso

CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE

Controllo struttura

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllo del grado di usura delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie (fessurazioni, penetrazione di umidità, ecc.).

Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Disgregazione; 2) Distacco; 3) Fessurazioni; 4) Lesioni; 5) Mancanza; 6) Pene-trazione di umidità.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

- **Consolidamento solaio di copertura**

Cadenza: quando occorre

Consolidamento del solaio di copertura in seguito ad eventi straordinari (dissesti, cedimenti) o a cambiamenti architettonici di destinazione o dei sovraccarichi.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore, Specializzati vari.

3.3 MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE VERTICALI

La manutenzione delle strutture verticali va effettuata periodicamente ovvero eseguire la in corrispondenza di eventuali anomalie (come riportate nel manuale d'uso) o disfunzioni della struttura, di seguito verranno riportati i controlli da effettuare, il tipo di intervento da effettuare e la tipologia dello stesso nonché i requisiti minimi della ditta che dovrà intervenire.

LIVELLO MINIMO DELLA PRESTAZIONE

- **Resistenza meccanica**

Le strutture orizzontali dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Classe di Requisiti: Stabilità

Classe di Esigenza: Sicurezza

Prestazioni: Le strutture di elevazione, sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali devono assicurare stabilità e resistenza

Per i **livelli minimi** si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

ANOMALIE RISCONTRABILI

Si rimanda al Manuale d'uso

CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

Controllo struttura

Cadenza: ogni 12 mesi

Tipologia: Controllo a vista

Controllare l'integrità delle strutture individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.

Anomalie riscontrabili: 1) Alveolizzazione; 2) Bolle d'aria; 3) Cavillature superficiali; 4) Crosta; 5) Decolorazione; 6) Deposito superficiale; 7) Disgregazione; 8) Distacco; 9) Efflorescenze; 10) Erosione superficiale; 11) Esfoliazione; 12) Esposizione dei ferri di armatura; 13) Fessurazioni; 14) Macchie e graffi; 15) Mancanza; 16) Patina biologica; 17) Penetrazione di umidità; 18) Polverizzazione; 19) Presenza di vegetazione; 20) Rigonfiamento; 21) Scheggiature.

Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

• **Interventi sulle strutture**

Cadenza: quando occorre

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

Ditte specializzate: Specializzati vari.

4 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Sottoprogramma delle Prestazioni

Il sottoprogramma delle Prestazioni prende in considerazione, per ciascuna classe di requisito di seguito riportata, le prestazioni fornite dall'opera nel corso del suo ciclo di vita.

Sottoprogramma dei Controlli

Il sottoprogramma dei Controlli definisce il programma delle verifiche e dei controlli, al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita dell'opera. Per i controlli di seguito riportati è previsto, esclusivamente, un tipo di controllo a vista.

Sottoprogramma degli Interventi di Manutenzione

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione della struttura

STRUTTURE IN FONDAZIONI

Requisito: Resistenza meccanica

Le strutture in sottosuolo dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Livello minimo della prestazione: Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

Controllo: Controllo struttura

Controllare l'integrità delle pareti e dei pilastri verificando l'assenza di eventuali lesioni e/o fessurazioni. Controllare eventuali smottamenti del terreno circostante alla struttura che possano essere indicatori di cedimenti strutturali. Effettuare verifiche e controlli approfonditi particolarmente in corrispondenza di manifestazioni a calamità naturali (sisma, nubifragi, ecc.).

Controllo a vista ogni 12 mesi

STRUTTURE DI ELEVAZIONE (orizzontali e verticali)

Requisito: Resistenza meccanica

Le strutture di elevazione dovranno essere in grado di contrastare le eventuali manifestazioni di deformazioni e cedimenti rilevanti dovuti all'azione di determinate sollecitazioni (carichi, forze sismiche, ecc.).

Livello minimo della prestazione: Per i livelli minimi si rimanda alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

Controllo: Controllo struttura

Controllare l'integrità delle strutture individuando la presenza di eventuali anomalie come fessurazioni, disgregazioni, distacchi, riduzione del copriferro e relativa esposizione a processi di corrosione dei ferri d'armatura. Verifica dello stato del calcestruzzo e controllo del degrado e/o eventuali processi di carbonatazione.

Controllo a vista ogni 12 mesi

COPERTURE PIANE

Requisito: Resistenza al vento

La copertura deve resistere alle azioni e depressioni del vento tale da non compromettere la stabilità e la funzionalità degli strati che la costituiscono.

Livello minimo della prestazione: I livelli minimi variano in funzione degli elementi impiegati per i quali si rinvia alla normativa vigente.

Controllo: Controllo dello stato

Controllo dei parapetti ed elementi di coronamento con particolare attenzione alla loro integrità e stabilità. Controllare periodicamente l'integrità delle superfici dei rivestimenti attraverso valutazioni visive mirate a riscontrare anomalie evidenti.

Controllo a vista ogni 12 mesi

Requisito: Resistenza meccanica

La copertura deve garantire una resistenza meccanica rispetto alle condizioni di carico (carichi concentrati e distribuiti) di progetto in modo da garantire la stabilità e la stabilità degli strati costituenti. Inoltre vanno considerate le caratteristiche dello strato di supporto che dovranno essere adeguate alle sollecitazioni e alla resistenza degli elementi di tenuta.

Livello minimo della prestazione: Comunque, in relazione alla funzione strutturale, le caratteristiche delle coperture devono corrispondere a quelle prescritte dalle leggi e normative vigenti

Controllo: Controllo struttura

Controllo del grado di usura delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie (fessurazioni, penetrazione di umidità, ecc.).

Controllo a vista ogni 12 mesi

CANALI DI GRONDA E PLUVIALI

Requisito: Resistenza meccanica per canali di gronda e pluviali

I canali di gronda e le pluviali della copertura dovranno garantire una resistenza meccanica rispetto alle condizioni d'uso.

Livello minimo della prestazione: Per i livelli minimi si prendono in considerazione le seguenti norme:

Controllo: Controllo dello stato

Programma di Manutenzione: Sottoprogramma delle Prestazioni

Controllare le condizioni e la funzionalità dei canali di gronda e delle pluviali. Controllo della regolare disposizione degli elementi dopo il verificarsi di fenomeni meteorologici particolarmente intensi. Verifica dell'assenza di eventuali anomalie. Controllare la funzionalità delle pluviali, delle griglie parafoglie e di eventuali depositi e detriti di foglie ed altre ostruzioni che possono compromettere il corretto deflusso delle acque meteoriche. Controllare gli elementi di fissaggio ed eventuali connessioni.

Controllo a vista ogni 6 mesi

SOLAI

Requisito: Controllo della freccia massima

La freccia di inflessione di un solaio costituisce il parametro attraverso il quale viene giudicata la deformazione sotto carico e la sua elasticità.

Livello minimo della prestazione: Le deformazioni devono risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati secondo le norme vigenti

Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesto e/o cedimenti strutturali (fessurazioni, lesioni, ecc.).

Controllo a vista ogni 12 mesi

Requisito: Resistenza meccanica

I solai devono contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

Livello minimo della prestazione: Le prestazioni sono generalmente affidate allo strato o elementi portanti. I parametri di valutazione della prestazione possono essere il sovraccarico ammissibile espresso in daN/mq oppure la luce limite di esercizio espresso in m.

MANUTENZIONE STRUTTURE IN ACCIAIO

La manutenzione rappresenta una fase importante per la vita di una struttura in acciaio e deve essere:

- tempestiva;
- con modalità idonee e compatibili con il binomio materiale-ambiente;
- attuata con investimenti commisurati al valore dell'opera.

L'acciaio utilizzato nel settore civile richiede sia l'adozione di metodi preventivi di protezione nei confronti della corrosione, che interventi manutentivi nel corso della vita delle strutture.

L'azione preventiva si attua mediante il rivestimento superficiale dell'acciaio.

La manutenzione nel caso di un acciaio rivestito si rende necessaria quando cessa l'effetto protettivo del rivestimento (vernici).

La perdita dell'azione protettiva delle vernici può essere attribuita:

- al degrado provocato dall'atmosfera sulla superficie del rivestimento;
- alla perdita di adesione al substrato metallico.

Le modalità di ripristino della funzione protettiva di un rivestimento dipendono dal tipo e dalle condizioni del vecchio rivestimento oltre che dalla possibilità che la struttura possa essere smontata e poi rimontata.

Nel caso di strutture in acciaio verniciato si deve stabilire a priori, in base all'entità del degrado subito dal rivestimento, se operare una totale rimozione dello stesso e degli ossidi o se limitare l'azione di preparazione superficiale solo alle zone più danneggiate.

Per le strutture che non possono essere smontate l'unico trattamento consigliabile è la sabbiatura, che consiste nello spruzzare mediante aria compressa un materiale abrasivo (sabbia), capace di rimuovere sia il vecchio rivestimento che gli ossidi.

Per il grado di finitura superficiale finale si può far riferimento a normative esistenti da tempo.

Dopo la preparazione superficiale si deve effettuare il ciclo di verniciatura.

Il primo strato protettivo (primer), solitamente di spessore 20-40 mm, deve avere tre caratteristiche fondamentali:

- 1 contenere sostanze (pigmenti) passivanti;
- 2 avere un'ottima adesione al substrato metallico;
- 3 consentire un buon ancoraggio con lo strato di vernice successivo (seconda mano).

La verniciatura si eseguirà come segue:

- 1 sabbiatura con finitura almeno del tipo Sa 2,5;
- 2 n. 2 mani di primer a base di PVC modificato alchidico con cromato di zinco (80-100 mm);
- 3 n. 2 mani intermedie di vernice a base di PVC modificato alchidico pigmentato con ossido di ferro micaceo (120 mm);
- 4 n. 1 mano finale di PVC alchidico pigmentato con il colore desiderato (30 mm). Quando si deve intervenire su strutture con il rivestimento organico ancora in gran parte sufficientemente protettivo il trattamento superficiale può essere effettuato rimuovendo dalle parti corrose la ruggine in modo completo oppure togliendo solo le parti incoerenti.

Nel primo caso si può operare a seconda dell'estensione delle zone da trattare con la sabbiatura o la spazzolatura.

Contemporaneamente occorrerà riattivare lo strato di vernice già esistente mediante carte abrasive o con una leggera sabbiatura per rimuovere lo strato esterno interessato dagli agenti atmosferici.

Successivamente nelle zone riportate a metallo nudo occorrerà applicare uno o due strati di primer passivante oppure un primer a base di polvere di zinco in veicolo organico e con legante compatibile al tipo di vernice già preesistente sulla struttura; quindi, una o due mani intermedie.

Infine, su tutta la struttura sarà apportato lo strato di finitura compatibile sia con il tipo di vernice persistente, sia con il ciclo di ripristino effettuato.

La verniciatura su parti rugginose, grossolanamente preparate, sarà costituita da:

- 1 primer in veicolo organico e legante alchidico con pigmento a base di ossidi rossi di piombo;
- 2 una ulteriore mano su tutta la superficie con lo stesso primer;
- 3 due mani di finitura sempre a base alchidica pigmentate con ossido di ferro micaceo per un totale di 250-300 mm di spessore.

Le strutture zincate e verniciate richiedono un'ulteriore attenzione rispetto a quelle in acciaio poichè la superficie dello zinco è molto più reattiva.

La manutenzione delle strutture zincate e verniciate è rivolta a ripristinare lo strato di vernice che si è grossolanamente distaccato dal substrato di zinco.

Il ripristino della verniciatura prevede una pulizia della superficie che può essere fatta ad umido lavando con acqua calda contenente il 5-10% di soda caustica, aiutandosi con spazzole o con getti di vapore additivato

sempre con sostanze alcaline.

La preparazione migliore comunque rimane una sabbiatura leggera che rimuova solo i prodotti di corrosione dello zinco (ruggine bianca) e al massimo 2-5 μm di zinco metallico.

Successivamente la superficie deve essere trattata con sostanze capaci di formare strati passivi tipo acido fosforico o cromato o bicromato di sodio che servono anche da ancorante per gli strati di vernice successivi.

Saranno utilizzati primer passivanti contenenti zinco cromato, stronzio cromato o piombo silicocromato in concentrazioni pari al 5-10%, seguiti dai soliti cicli di verniciatura.

E' importante, in ogni caso, utilizzare vernici con leganti non saponificabili. Tra le migliori vernici per le superfici zincate si possono annoverare quelle poliviniliche o polivinilideniche, acriliche e metacriliche, epossidiche.

In presenza di macchie di ruggine rossa, l'intervento migliore consiste nel rimuovere tali prodotti di corrosione mediante azione meccanica riportando completamente a nudo l'acciaio e quindi operare una zincatura localizzata mediante spruzzatura di zinco fuso oppure stendere uno strato di primer zincante a base di polvere di zinco metallico.

Una concomitante pulitura generale di tutta la superficie della struttura con una successiva verniciatura garantisce una lunga durata del rivestimento.

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE IN C.A**

Capitolo 5

RELAZIONE SUI MATERIALI

I materiali impiegati per la costruzione sono:

- cemento armato
- acciaio

Cemento armato

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

I parametri per la determinazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo, in accordo con quanto stabilito dalle **D.M. 17.01.2018**, sono riportati di seguito, secondo la notazione in tabella.

Parametro	Descrizione	Simbolo	Correlazioni
Resistenza caratteristica cubica a compressione	Valore frattile pari al 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cubici confezionati e conservati secondo la norma EN12390-2, e sottoposti a prova di compressione uniassiale dopo 28 giorni, secondo la norma EN12390-3.	R_{ck}	
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	Valore frattile pari al 5% della distribuzione di resistenza determinata su provini cilindrici, di diametro pari a 150mm ed altezza di 300 mm.	f_{ck}	$f_{ck}=0.83 R_{ck}$
Resistenza di calcolo cilindrica a compressione		f_{cd}	$f_{cd} = a_{cc} f_{ck}/\gamma_c$ con a_{cc} coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata
Resistenza a trazione	Resistenza media a trazione semplice (assiale)	f_{ctm}	
Resistenza caratteristica		f_{ctk}	$f_{ctk} = 0.7 f_{ctm}$
Resistenza a trazione per flessione		f_{ctk}	$f_{ctk} = 1.2 f_{ctk}$
T.A. in esercizio combinazione caratteristica			$s_{c,max} \leq 0.60 f_{ck}$
T.A. in esercizio combinazione quasi perm.			$s_{c,max} \leq 0.45 f_{ck}$
Modulo elastico	Funzione della resistenza a rottura media su provino cubico (R_{cm})	E_c	$E_c=22000 [f_{cm}/10]^{0.3}$ con $f_{cm}=f_{ck}+8$ (N/mm ²)
Coefficiente di Poisson	Si adotta un valore maggiore di zero (calcestruzzo fessurato) e minore di 0.2 (non fessurato)	ν_c	$0 < \nu_c \leq 0.2$

Parametro	Descrizione	Simbolo	Correlazioni
Coefficiente di dilatazione termica	In fase di progettazione è assunto il valore riportato nella presente tabella	ac	

Caratteristiche dei materiali delle parti in calcestruzzo armato		
Classe calcestruzzo		Cl. C25/30
Resistenza cubica R_{ck}	kg/cmq	300
Resistenza di calcolo f_{cd}	kg/cmq	141
Resistenza a trazione di calcolo f_{ctd}	kg/cmq	12
Resistenza cilindrica f_{ck}	kg/cmq	249
Resistenza a trazione media f_{ctm}	kg/cmq	26
Classe acciaio barre longitudinali		Acciaio barre B450C
Resistenza allo snervamento f_{yk}	kg/cmq	≥ 4500
Resistenza alla rottura barre f_{tk}	kg/cmq	≥ 5400
Classe acciaio staffe		Acciaio barre B450C
Resistenza allo snervamento f_{yk}	kg/cmq	≥ 4500
Resistenza alla rottura barre f_{tk}	kg/cmq	≥ 5400

DOSATURE DEI MATERIALI

La dosatura dei materiali è orientativamente la seguente per m^3 d'impasto, salvo la preparazione dei provini:

sabbia	[sabbia] m^3
ghiaia	[ghiaia] m^3
acqua	[acqua] litri
cemento tipo [tipo_cemento]	[dose_cemento] q/ m^3

ACCIAI

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

Tipo acciaio	[tipo]
Tensione nominale di snervamento f_{ynom}	[fv_nom]
Tensione nominale di rottura f_{tnom}	[ft_nom]
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	[fyk]
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	[ftk]
Tensione di aderenza t	[tau_aderenza]

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



Il Progettista

Handwritten signature of the designer.

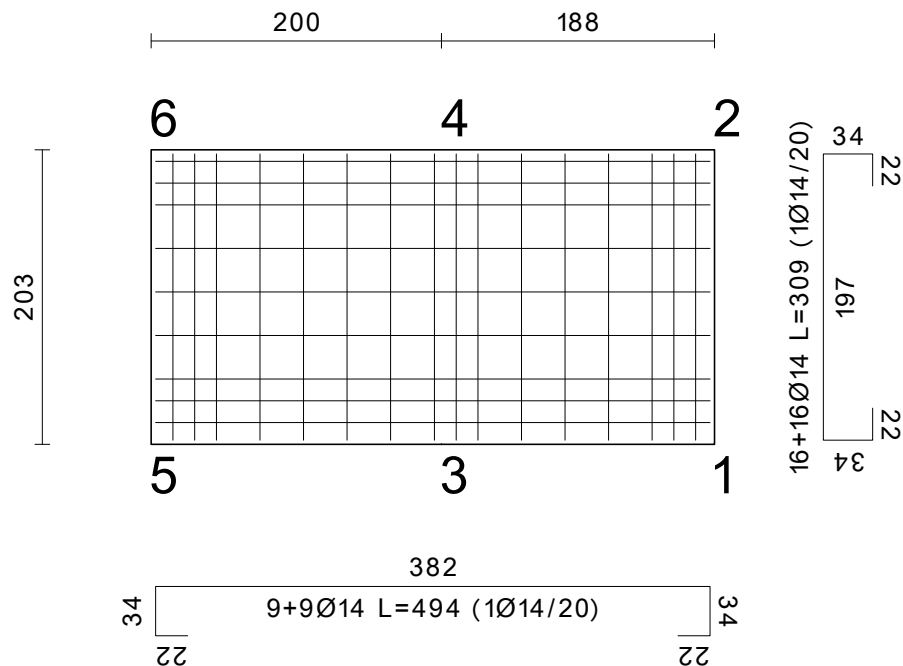
PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE SPECIALISTICA
OPERE IN C.A**

Capitolo 6

**ELABORATI GRAFICI
DELLE STRUTTURE**

Fondazione



Armatura di base doppia maglia:

Direzione X: 1Ø14 ogni 20 cm

Direzione Y: 1Ø14 ogni 20 cm

Cls C25/30 - S3 - XC2

Acciaio barre B450C

Acciaio staffe B450C

Spessore fondazione: 40.0 cm