

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/01e s.m.i.**

CUP: J14H20000440001

U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA

LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA

NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST

NUOVO SOTTOPASSO DI VIA CARNIA

SL03 - SOTTOPASSO VIA ALBERE NORD

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I N 1 0 1 0 D 2 6 C L S L 0 3 0 0 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	P. Cucino	Set 2021	M.Rigo	Set 2021	C. Mazzocchi	Set 2021	A. Perego Set 2021



File:IN1010D26CLSL0300002A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	4
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
2.2	ELABORATI DI PROGETTO DI RIFERIMENTO.....	5
3	CARATTERISTICHE MATERIALI.....	6
3.1	CALCESTRUZZO.....	6
3.1.1	<i>Magrone</i>	6
3.1.2	<i>Calcestruzzo per soletta di fondazione, piedritti e soletta di copertura</i>	6
3.2	ACCIAIO.....	7
3.2.1	<i>Acciaio di armatura per c.a.</i>	7
3.2.2	<i>Pali</i>	7
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	8
5	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	10
6	MODELLO DI CALCOLO.....	11
6.1	INTERAZIONE TERRENO-STRUTTURA.....	12
7	VERIFICHE SLD E SLO.....	13
8	CARICHI.....	13
9	COMBINAZIONI DI CARICO	13
10	CALCOLO DEI PALI	18
10.1.1	<i>Verifiche Della Capacità Portante</i>	19
10.1.2	<i>Verifiche Della Capacità Portante</i>	20
10.1.3	<i>Verifica Pali Lunghezza 20m</i>	21
10.1.4	<i>Verifica armatura pali</i>	24

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione definitiva di opere strutturali relative all'Ingresso Ovest al Nodo AV/AC di Verona Porta Nuova della Tratta AV/AC Brescia-Verona.

L'intervento prevede la realizzazione delle nuove linee, prevalentemente in affiancamento al sedime della attuale Linea Storica Milano-Venezia, nel tratto compreso tra l'intersezione con l'Autostrada del Brennero A22 e la radice est della Stazione Ferroviaria di Verona Porta Nuova, per una estensione di circa 10km. Tali interventi sono funzionali al progetto di linea della Tratta Brescia Est – Verona.

Il progetto prevede la rilocazione della Linea Storica leggermente più a nord al fine di lasciare spazio all'inserimento dei binari della Linea AV/AC. Viene anche prevista la realizzazione di una ulteriore linea denominata "indipendente merci" per il collegamento con la Linea Brennero.

Sono previsti interventi di potenziamento e riconfigurazione della stazione di Verona Porta Nuova e realizzazione di una nuova Sottostazione Elettrica con conseguenti interventi tecnologici per la gestione delle modifiche.

Il progetto comprende tutte le opere atte a consentire l'allaccio e l'interfaccia con le linee storiche esistenti e la risoluzione delle interferenze tra la parte di progetto stesso e l'esistente (viabilità, idrografia, ecc).

In particolare, il presente report illustra le verifiche strutturali della sezione contrassegnata di SL03.

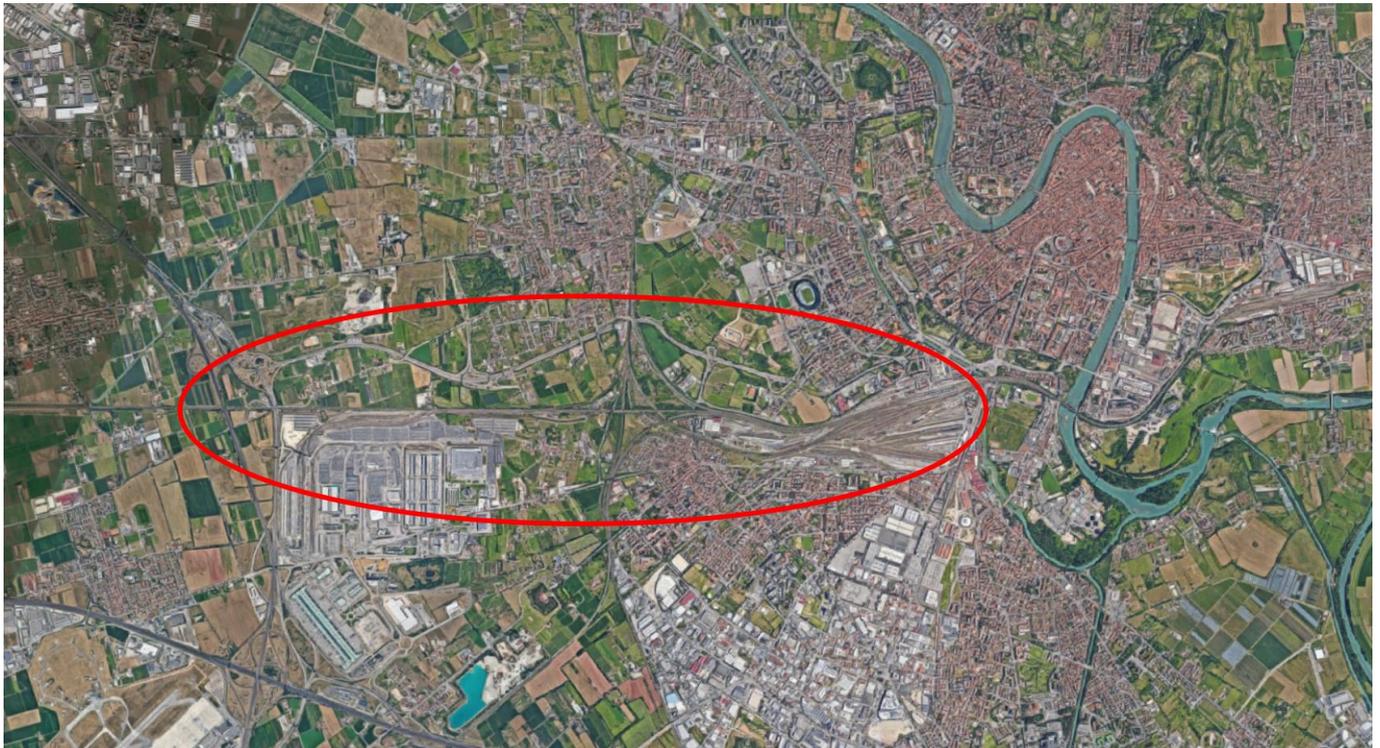


Figura - 1 Fig. 1 – Individuazione area d'intervento

	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL 03 00 002	REV. A

2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

2.1 Normativa di riferimento

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono effettuate in accordo con le prescrizioni di seguito elencate è conformi alle normative vigenti:

- ✓ Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni»
- ✓ Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 11 febbraio 2019, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018»
- ✓ Manuale di progettazione RFI Opere Civili RFI DTC SIM AI FS 001 E e relative parti e sezioni.
- ✓ Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- ✓ Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- ✓ UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- ✓ UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- ✓ UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici

2.2 Elaborati di progetto di riferimento

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA	IN10	10	D	26	RG	SL0300	001
RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO E PIEDRITTI	IN10	10	D	26	CL	SL0300	001
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE	IN10	10	D	26	CL	SL0300	002
RELAZIONE DI CALCOLO E VERIFICA FUNZIONALITÀ TRATTO SOTTOPASSO ESISTENTE	IN10	10	D	26	CL	SL0300	003
RELAZIONE DI CALCOLO MURI D'ALA	IN10	10	D	26	CL	SL0300	004
PLANIMETRIA DI PROGETTO SU CARTOGRAFIA	IN10	10	D	26	P9	SL0300	001
PLANIMETRIA DI PROGETTO SU ORTOFOTO	IN10	10	D	26	P9	SL0300	002
PIANTA SCAVI	IN10	10	D	26	P9	SL0300	003
CARPENTERIA - PIANTE E SEZIONI	IN10	10	D	26	PA	SL0300	001
CARPENTERIA - PIANTE E SEZIONI	IN10	10	D	26	PA	SL0300	002
SEZIONI LONGITUDINALI E TRASVERSALI	IN10	10	D	26	BA	SL0300	001
FASI COSTRUTTIVE	IN10	10	D	26	PB	SL0300	001
FASI COSTRUTTIVE	IN10	10	D	26	BB	SL0300	002
PARTICOLARI, DETTAGLIO ZONE DI TRANSIZIONE E FINITURE	IN10	10	D	26	BZ	SL0300	001
RELAZIONE DI CALCOLO OPERE PROVVISORIALI	IN10	10	D	26	CL	SL0300	005
OPERE PROVVISORIALI	IN10	10	D	26	BZ	SL0300	002

3 CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1 Calcestruzzo

3.1.1 Magrone

Classe di resistenza = C12/15

3.1.2 Calcestruzzo per soletta di fondazione, piedritti e soletta di copertura

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C30/37

R_{ck} = resistenza cubica = 37.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 30.0 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 38.0 N/mm²

f_{cd} = resistenza di calcolo a compressione = $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ = 0.85 * 30/1.5 = 17.0 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = 0.30 * $f_{ck}^{2/3}$ = 2.90 N/mm²

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 * f_{ctm} = 3.63 N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 * f_{cfm} = 2.12 N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = 22000 * $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33345 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Rara) = 0.6 * f_{ck} = 18.0 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Quasi Permanente) = 0.45 * f_{ck} = 13.5 N/mm²

3.2 Acciaio

3.2.1 Acciaio di armatura per c.a.

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/m³

$f_{y \text{ nom}}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²

$f_{t \text{ nom}}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²

$f_{yk \text{ min}}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²

$f_{tk \text{ min}}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²

$(f_t/f_y)_{k \text{ min}}$ = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k \text{ max}}$ = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

$(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$ = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

$(A_{gt})_k$ = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

φ_{min} = minimo diametro consentito delle barre = 6 mm

φ_{max} = massimo diametro consentito delle barre = 40 mm

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm²

α_T = coefficiente di dilatazione termica = 0.00001 °C⁻¹

3.2.2 Pali

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

Classe di resistenza = C25/30

R_{ck} = resistenza cubica = 30.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 25.0 N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 33.0 N/mm²

f_{cd} = resistenza di calcolo a compressione = $\alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c$ = 0.85 * 25/1.5 = 14.2 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = 0.30 * $f_{ck}^{2/3}$ = 2.56 N/mm²

f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 * f_{ctm} = 3.07 N/mm²

f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 * f_{ctm} = 2.15 N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = 22000 * $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 31475 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Rara) = 0.6 * f_{ck} = 15.0 N/mm²

σ_c = Resistenza a compressione (Comb. Quasi Permanente) = 0.45 * f_{ck} = 11.25 N/mm²

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

L'opera oggetto della presente relazione è uno scatolare realizzato interamente in cemento armato gettato in opera, caratterizzato da un vano.

L'altezza netta interna dello scatolare è 8.18m. Lo spessore della soletta superiore è 1.10m, dei piedritti è pari a 1.20m e del solettone di fondo è pari a 1.30m. Il manufatto è gettato in un concio di dimensioni in pianta pari a 54.99x9.40 metri ed ha un'altezza complessiva di 10.58 m; il calcolo è stato effettuato considerando una sezione di profondità unitaria.

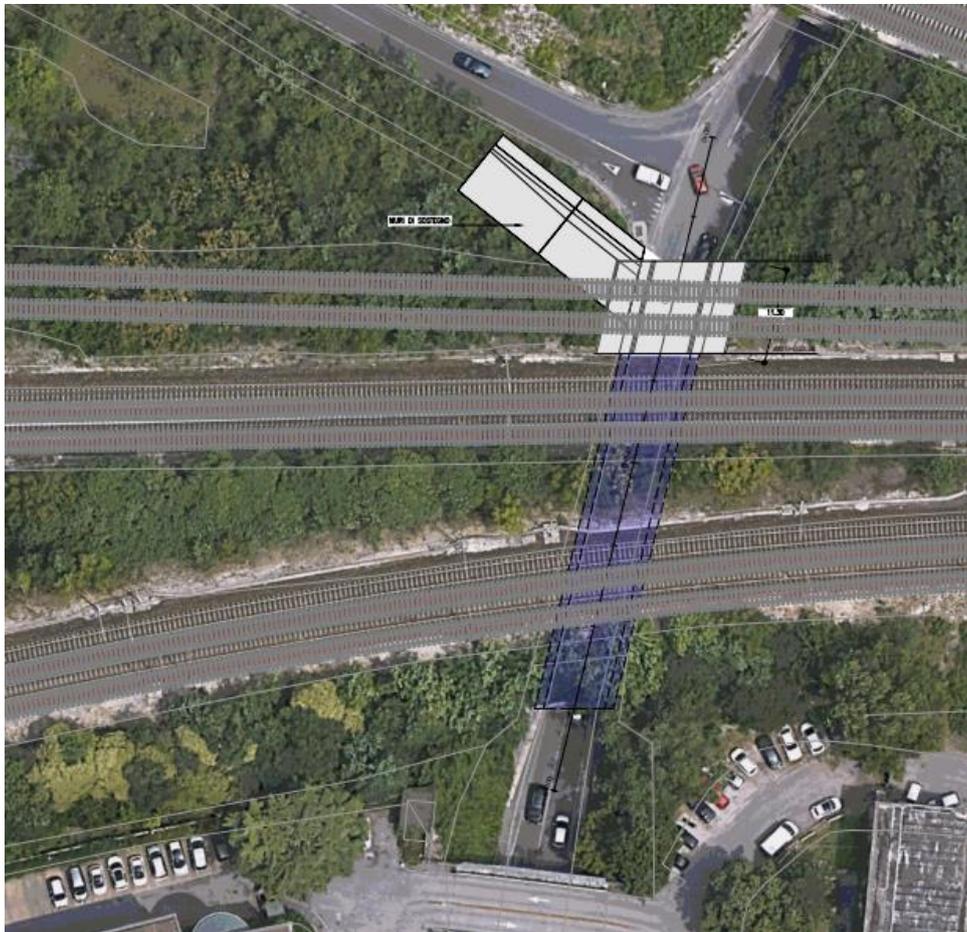


Figura - 2 Planimetria generale

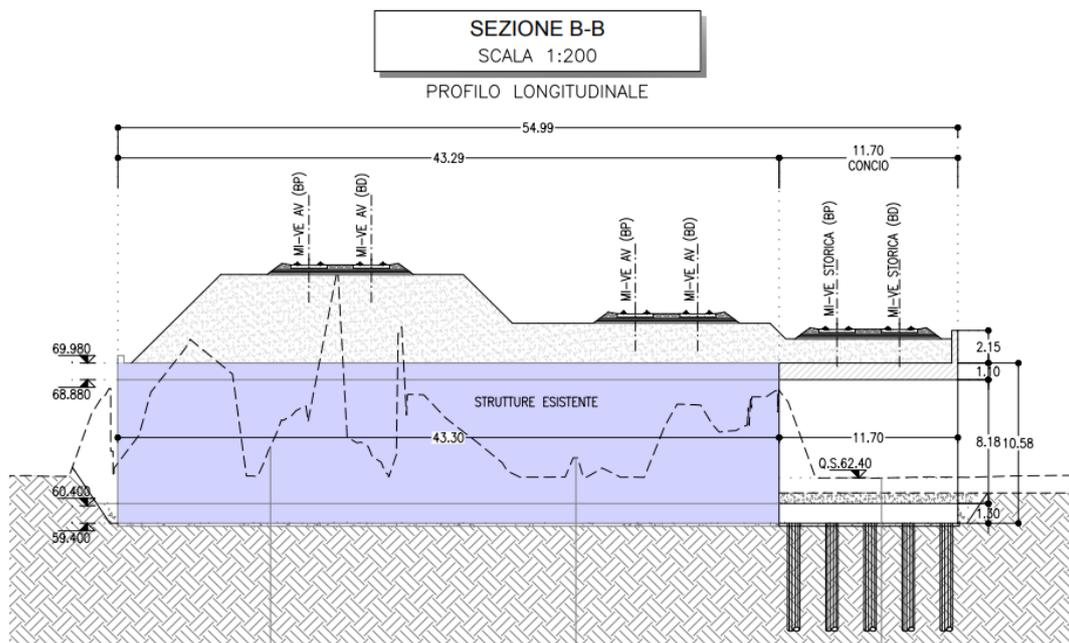
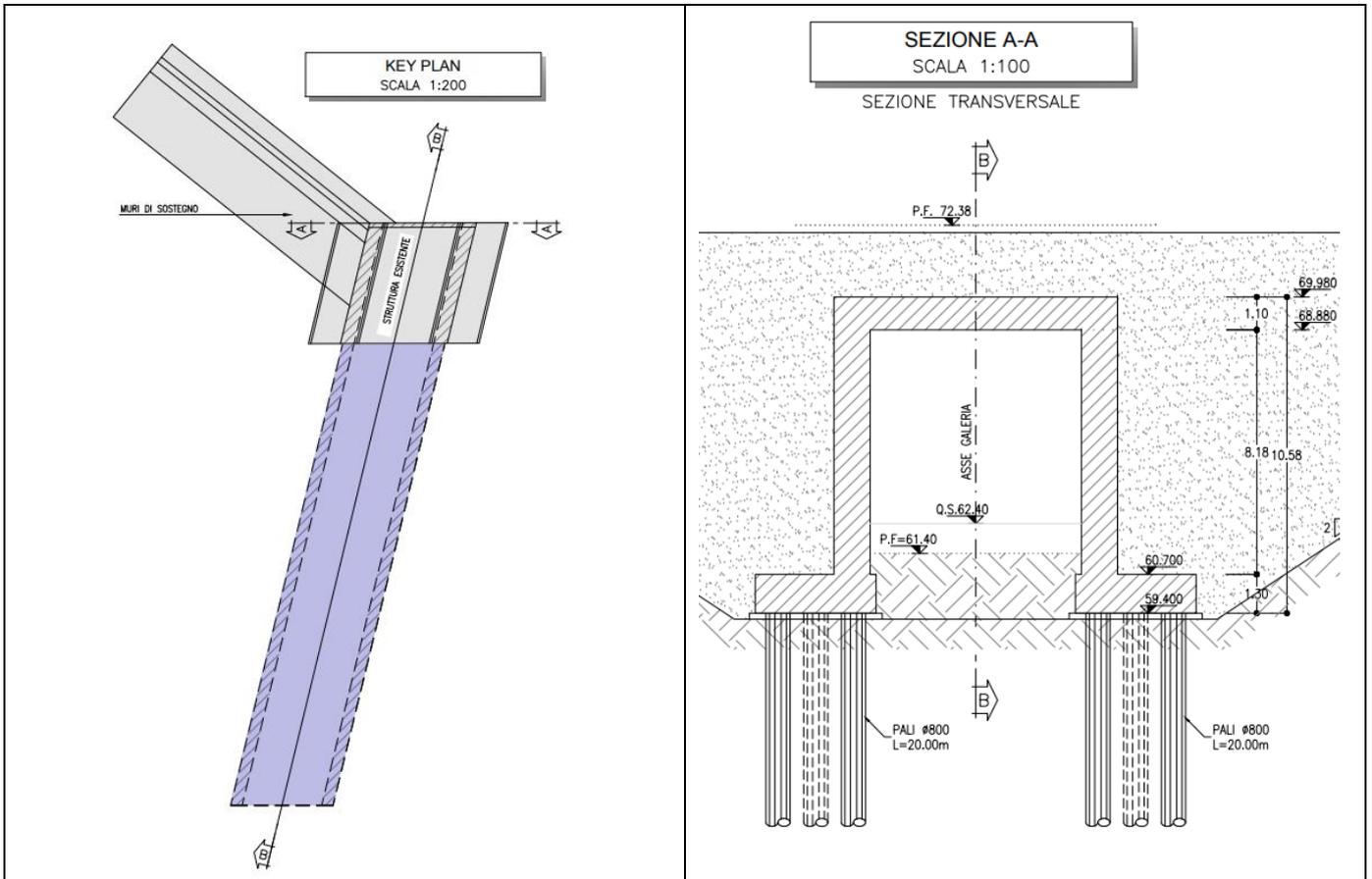


Figura - 3 Planimetria, Sezione Trasversale e Profilo Longitudinale

5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Per l'inquadramento geotecnico dell'opera si riporta l'estratto dell'elaborato Relazione Geotecnica da cui si riportano i dati geotecnici fondamentali di interesse.

Tabelle contenenti la stratigrafia di progetto per l'opera in esame e i relativi parametri geotecnici di calcolo:

Profondità da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	Peso di volume γ [kN/m ³]	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio ϕ' (°)	C' (kPa)	Modulo elastico Eop (MPa)
0.00	34.00	Sabbia limosa/ limo sabbioso	19.00	GP	41	0.00	81

Tabella 1 – Caratteristiche meccaniche del terreno

6 MODELLO DI CALCOLO

La struttura viene schematizzata con un modello di calcolo a telaio chiuso su un letto di molle alla Winkler mediante un'analisi elastico-lineare svolta con il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000 v.20.1 (Computers and Structures®). Gli elementi frame che schematizzano il telaio piano hanno una sezione rettangolare di larghezza 1.0m ed altezza pari a:

- soletta superiore $h = 1.10\text{m}$
- piedritti destra / sinistra $h = 1.20\text{ m}$
- fondazione $h = 1.30\text{ m}$

Il modulo elastico del materiale assegnato agli elementi asta è assunto:

- Struttura in elevazione $E = 33346\text{ N/mm}^2$: $\text{cls Rck} = 37\text{N/mm}^2$

Nelle successive figure si riporta lo schema di calcolo adottato con la numerazione dei nodi (Figura 4) .

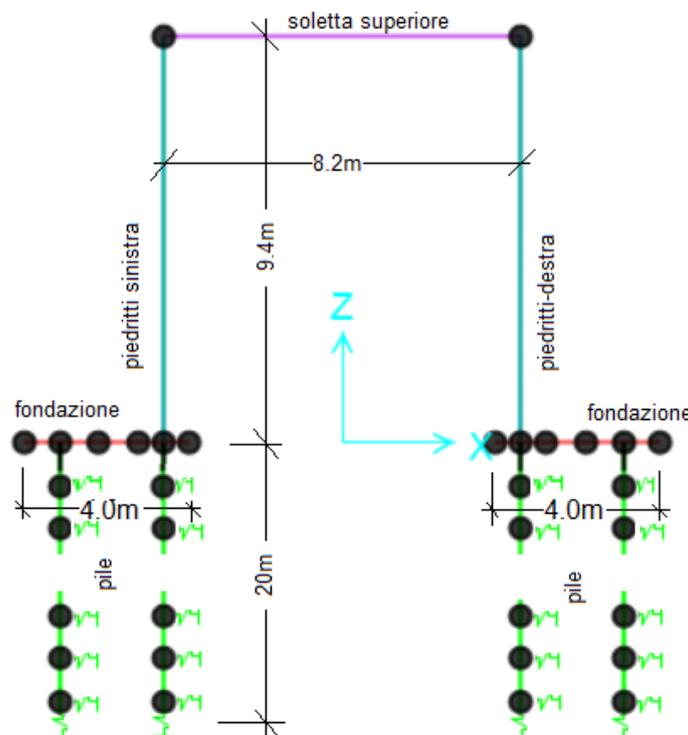


Figura - 4 Modellazione unilaterale dello scatolare

6.1 Interazione terreno-struttura

L'interazione terreno-struttura viene modellata con molle elastiche alla Winkler (face support) la cui rigidità viene determinata, adottando la formulazione di Vesic, in funzione dei parametri geotecnici del terreno forniti nella relazione specifica.

Nel modello sono applicate le seguenti molle:

- Face support uniformemente distribuite, applicate agli shell della fondazione,
- Molle orizzontali concentrate in corrispondenza dei nodi della fondazione, con la funzione di simulare l'attrito tra terreno e fondazione (rigidità della molla paria ad un decimo della rigidità verticale);
- Face support uniformemente distribuite, applicate agli shell dei piedritti.

$$K_h = n_h \cdot x$$

k_h → Costante di sottofondo

n_h → Gradiente costante di sottofondo - Matlock e Reese

Densità Relativa (%)	Classificazione sabbia
0 - 15	Sabbia molto sciolta
15 - 35	Sabbia sciolta
35 - 65	Sabbia mediamente densa
65 - 85	Sabbia densa
85 - 100	Sabbia molto densata

Densità sabbia	Sciolta	Mediamente densa	Densa
n_h Terreno secco/umido (kN/m ³)	1800 - 2200	5500 - 7000	15000 - 18000
n_h Terreno sotto falda (kN/m ³)	1000 - 1400	3500 - 4500	9000 - 12000

Formazione	Profondità	Densità relativa	Classificazione sabbia	Gradiente costante di sottofondo *	Costante di sottofondo (Orizzontale)	Costante di sottofondo (Verticale)
	z	Dr	-	n_h	k_h	k_v
	[m]	[%]	-	[m ⁴]	[m ³]	[m ³]
	0 - 34	76+95	Densa-Molto densa	16500	16500	33000

* Rapporto tra la costante di sottofondo e la profondità da piano campagna

7 VERIFICHE SLD E SLO

Con riferimento alle verifiche allo Stato Limite di Danno ed allo Stato Limite di Operatività (SLD e SLO) si mette in evidenza che sono verifiche di deformabilità relativa (verifiche sugli spostamenti relativi di interpiano). Nel caso in esame, le strutture sono interamente interrate e in caso di sisma subiscono un moto traslazionale di tipo rigido, con spostamenti di interpiano quindi trascurabili. Pertanto, le verifiche SLD e SLO non sono significative e non vengono riportate e si ritengono implicitamente verificate.

8 CARICHI

I calcoli della capacità portante del palo e della statica del palo sono stati effettuati considerando l'effetto dei carichi calcolati sulla sovrastruttura negli relazioni IN1010D26CLSL0300001A sui pali. Nelle sezioni seguenti, questi calcoli sono mostrati in dettaglio.

9 COMBINAZIONI DI CARICO

Si fa riferimento alla Sezione del DM 2018 relativo ai ponti stradali, in accordo al campo di applicazione definito nella Sezione 5.1.1 della suddetta norma tecnica. Ossia la struttura scatolare di galleria può essere assimilata ad un ponte stradale, con riferimento ai carichi circolanti sulla soletta di copertura.

Nella progettazione dei ponti andrà considerata l'eventuale contemporaneità di più treni, secondo quanto previsto nella Tab.5.2.III considerando, in genere, sia il traffico normale che il traffico pesante. Si rimanda alle tabelle delle Norme Tecniche per i coefficienti di combinazione da utilizzare per le verifiche SLE.

La risoluzione del modello di calcolo viene eseguita mediante un'analisi statica non lineare per simulare l'interazione terreno-struttura (non linearità di contatto); quindi le combinazioni di carico devono essere definite singolarmente. Nel seguito si riportano le combinazioni di carico.

Le condizioni elementari di carico, riportate nella tabella sottostante, sono state combinate in modo da determinare gli effetti più gravosi per la struttura.

G1_DEAD	Dead
G2_Sovraccarico pendenze	Dead
G2_Ballast	Dead
G3_SP.dx_Spinta destra	Super Dead
G3_SP.sx_Spinta sinistra	Super Dead
G3_P.cop_Spinta verticale	Super Dead
Q_trn1	Live
Q_SQ.sx	Live
Q_SQ.dx	Live
Q_Temp_Uni +	Temperature
Q_Temp_Uni -	Temperature
Q_Temp_Farfalla +	Temperature
Q_Temp_Farfalla -	Temperature
Q_Ritiro	Temperature
Sisma_SLD_H	Quake
Sisma_SLD_V	Quake
Sisma_SLV_V	Quake
Sisma_SLV_H	Quake

Tabella 2 - Condizioni elementari di carico definite nel modello di calcolo

10 Calcolo dei Pali

Per le fondazioni delle strutture SL03 è stato preferito il design del palo a seconda delle condizioni del terreno. I pali applicati sono pali trivellati; La interasse tra i pali è di 2,40 m dal centro al centro e i diametri dei pali sono di 0,80 m. La planimetri della pila è mostrata in Figura-1.

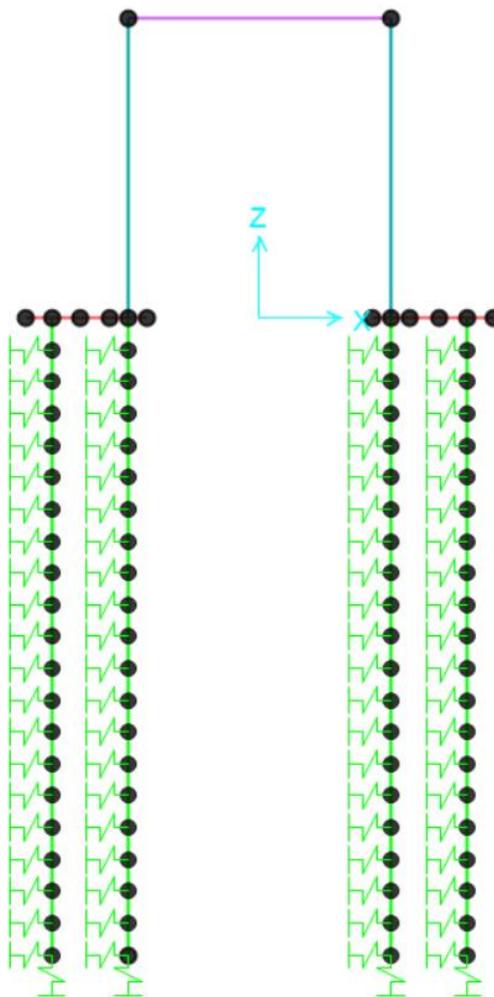


Figura - 5 Disposizione delle pile nel modello Sap2000

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA AV/AC MILANO - VENEZIA LOTTO FUNZIONALE TRATTA AV/AC BRESCIA EST - VERONA NODO AV/AC DI VERONA: INGRESSO OVEST					
	RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE	COMMESSA IN10	LOTTO 10	CODIFICA D26CL	DOCUMENTO SL 03 00 002	REV. A

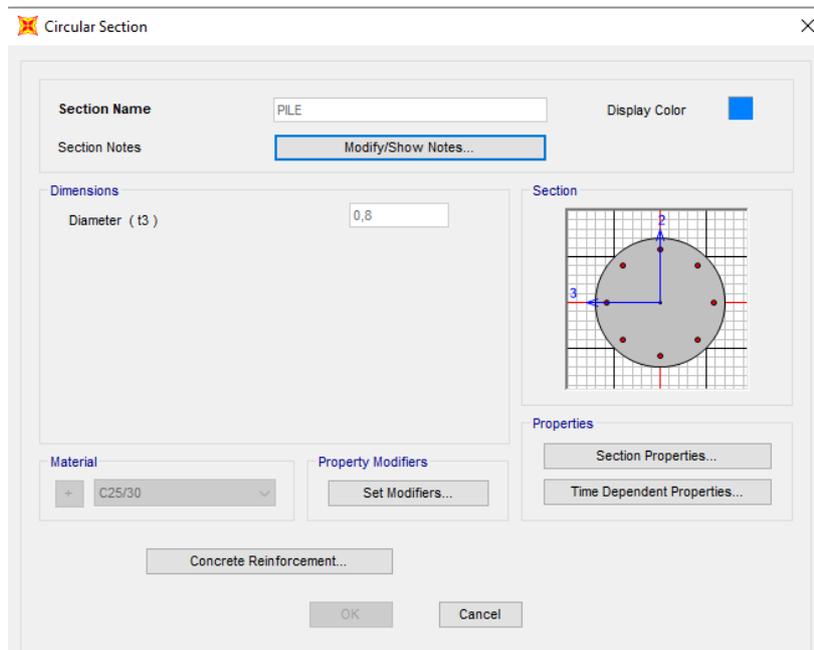


Figura - 6 Proprietà della sezione trasversale dei pali

10.1.1 Verifiche Della Capacità Portante

Si fa riferimento nella sezione 6.4.3.1 delle DM 2018, al fine di calcolare la capacità portante del palo. Il valore del carico assiale massimo ottenuto dalle combinazioni SLU è stato determinato considerando il raggiungimento della resistenza della struttura di collegamento dei pali.

Il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della figura-11. I coefficienti parziali sono stati presi pari a 1,15 per la resistenza laterale e pari a 1,35 per la resistenza di base per terreni coessivi.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Figura - 7 Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche dei pali per carico verticale

10.1.2 Verifiche Della Capacità Portante

DESCRIZIONE

La portata ammissibile (Q_{amm}) dei pali trivellati è calcolata facendo riferimento all'espressione seguente:

$$Q_{amm} = Q_{B,LIM}/FS_B + Q_{L,LIM}/FS_L = (q_{cr} \cdot A_b)/FS_B + [\sum (\pi \cdot \Delta H_i \cdot \tau_{LIM,i})]/FS_L$$

dove:

$Q_{B,LIM}$ portata limite di base

$Q_{L,LIM}$ portata limite laterale

FS_B coeff. di sicurezza per la portata di base

FS_L coeff. di sicurezza per la portata laterale

q_{cr} portata critica unitaria di base

A_b area di base

ΔH_i altezza del concio unitario di palo

$\tau_{LIM,i}$ attrito laterale unitario limite del concio i-esimo di palo

PORTATA DI BASE

Portata unitaria critica di base - terreni granulari:

In accordo con le più recenti metodologie di calcolo, la valutazione della capacità limite di base è condotta facendo riferimento non più alle condizioni di rottura bensì riferendosi ad una "portata critica" corrispondente ad una "condizione di servizio limite" basata su considerazioni di cedimenti ammissibili.

La portata critica è valutata in accordo con le indicazioni di Reese-Wright et al. [1978]:

$$q_{cr} = 0.0667 N_{SPT} \leq 4 \text{ MPa}$$

I valori di q_{cr} sono interamente mobilitati ad una "profondità critica" z_c (Meyerhof, Sastry

$$z_c = m \cdot D$$

essendo:

m coefficiente variabile fra 4 e 21 (fig.1)

D diametro del palo.

La costruzione dell'andamento della portata di base con la profondità è condotta in accordo alle indicazioni riportate nella figura 2. In considerazione del fatto che alle portate di base dei terreni granulari e dei terreni coesivi vengono applicati differenti coefficienti di sicurezza, la costruzione di fig.2 è applicata ai valori delle portate ammissibili.

Portata unitaria limite di base - terreni coesivi:

$$q_{LIM} = 9 c_u + \sigma_v$$

dove:

σ_v = pressione geostatica verticale totale alla quota della base del palo

Il foglio di calcolo consente di tener conto o meno, come indicato da alcune normative, del contributo offerto da σ_v . I valori di q_{lim} sono interamente mobilitati ad una profondità critica z_c , in questo caso si ha

m coefficiente variabile fra 4 e 8

ATTRITO LATERALE

Attrito laterale unitario limite - terreni granulari:

$$\tau_{LIM} = \min (k \sigma'_v \tan \phi; \tau = f(N_{SPT})) \text{ (FIG.3)}$$

dove:

K rapporto tra pressione orizzontale e verticale efficace in prossimità del palo

σ'_v pressione geostatica verticale efficace

ϕ angolo di attrito

N_{SPT} numero di colpi/piede in prova SPT

Attrito laterale unitario limite - terreni coesivi:

$$\tau_{LIM} = \alpha c_u \leq 120 \text{ kPa}$$

dove:

α coefficiente riduttivo

(= 0.9 per $c_u \leq 25$ kPa; 0.8 per $25 < c_u \leq 50$ kPa; 0.6 per $50 < c_u \leq 75$ kPa; 0.4 per $c_u > 75$ kPa; AGI [1984])

c_u coesione non drenata (kPa)

10.1.3 Verifica Pali Lunghezza 20m

H.2. PALI TRIVELLATI

H.2.1. COMPRESSIONE

DATI DI INGRESSO

D	di diametro del palo	0.80	(m)	FS_L	coeff. sicurezza portata laterale	1.15	(-)
L	lunghezza massima di calcolo	20.00	(m)	w/D	cedimento base palo per $q=q_{or}$	1.50	(%)
z_w	profondità falda da p.c.	47.50	(m)	FS_{B-GR}	coeff. sicurezza portata di base t. granulari	1.96	(-)
σ_{amm,cls}	tensione ammissibile calcestruzzo	25.0	(MPa)	FS_{B-COE}	coeff. sicurezza portata di base t. coesivi	1.35	(-)

n° strato	tipo terreno	ΔH _i (m)	H _f (m)	γ _n (kN/m ³)	N _{SPT} (colpi/piede)	φ (°)	Dcr/D suggeriti	Dcr/D adottati	k suggeriti (-)	k adottati (-)	c _u (kPa)	c _α suggeriti (kPa)	c _α adottati (kPa)
1	N	20.00	20.0	19.0	88	41	18	16	0.7	0.5		-	
2	N		20.0				1		0.7			-	
3	N		20.0				1		0.7			-	
4	N		20.0				1		0.7			-	
5	N		20.0				1		0.7			-	
6	C		20.0				4-8		-			0	

nel calcolo della portata di base degli strati coesivi vuoi considerare il contributo della tensione geostatica verticale?

(0=NO; 1=SI)

1

ΔH _i	spessore strato i-esimo
H _f	quota del letto dello strato i-esimo
γ _n	peso di volume naturale
N _{SPT}	numero di colpi/piede (per i soli terreni granulari)
φ	angolo di attrito (per i soli terreni granulari)
Dr	densità relativa (per i soli terreni granulari)
Dcr/D	profondità critica/diametro del palo
k	rapporto fra pressione orizzontale e verticale in prossimità del palo (per i soli terreni granulari)
c _u	coesione non drenata (per i soli terreni coesivi)
c _α	attrito laterale unitario (per i soli terreni coesivi)

RISULTATI
Q_{max}, sez cls **12566 kN**

z (m)	Q _{amm,base} (kN)	Q _{amm,laterale} (kN)	Q _{amm} (kN)
0.0	0	0	0
0.7	43	4	47
1.3	96	16	112
2.0	149	36	185
2.7	203	64	267
3.3	256	100	356
4.0	309	144	454
4.7	352	185	537
5.3	405	244	649
6.0	458	311	769
6.7	512	385	897
7.3	565	468	1033
8.0	618	558	1177
8.7	672	657	1329
9.3	725	764	1489
10.0	778	878	1657
10.7	831	1001	1833
11.3	885	1132	2017
12.0	949	1299	2248
12.7	1002	1448	2450
13.3	1023	1604	2628
14.0	1023	1769	2792
14.7	1023	1941	2965
15.3	1023	2122	3145
16.0	1023	2310	3334
16.7	1023	2507	3530
17.3	1023	2711	3735
18.0	1023	2924	3947
18.7	1023	3144	4168
19.3	1023	3373	4396
20.0	1023	3610	4633

Per le reazioni di base dei pali che verranno utilizzate per determinare la capacità portante dei pali e la verifica della capacità portante si può vedere la seguente tabella:

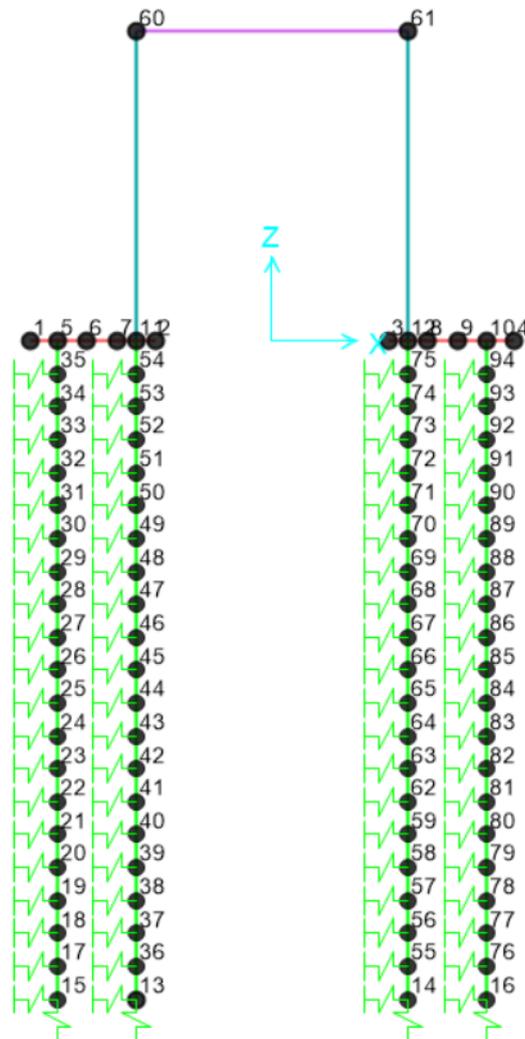


Figura - 8 Disposizione delle pile nel modello Sap2000

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F3	Check
Text	Text	Text	Text	KN	
13	INV_SLU_STR	Combination	Max	1921	OK
14	INV_SLU_STR	Combination	Max	1957	OK
15	INV_SLU_STR	Combination	Max	1812	OK
16	INV_SLU_STR	Combination	Max	1959	OK

10.1.4 Verifica armatura pali

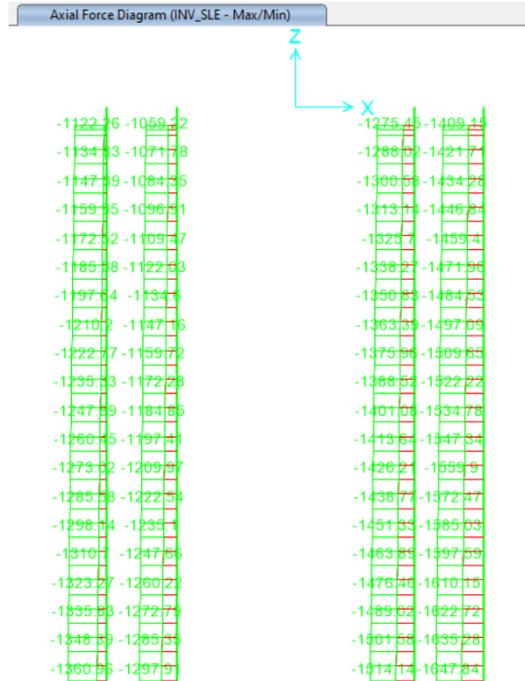


Figura - 9 Piles SLE – Axial

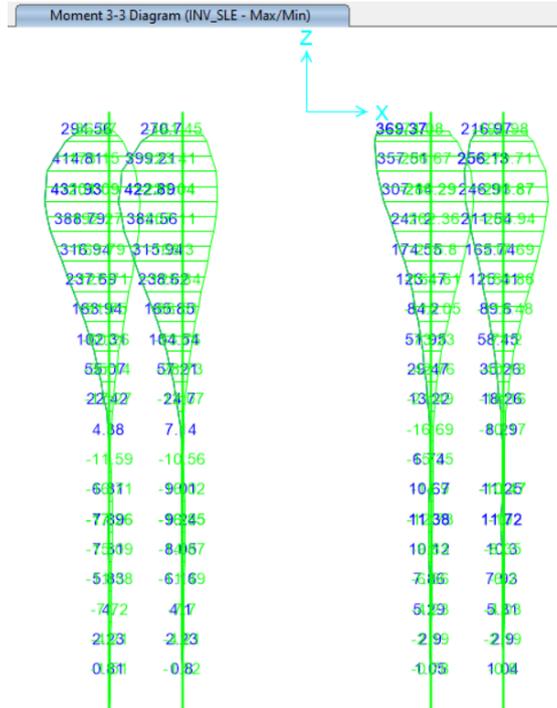


Figura - 10 Piles SLE –Moment

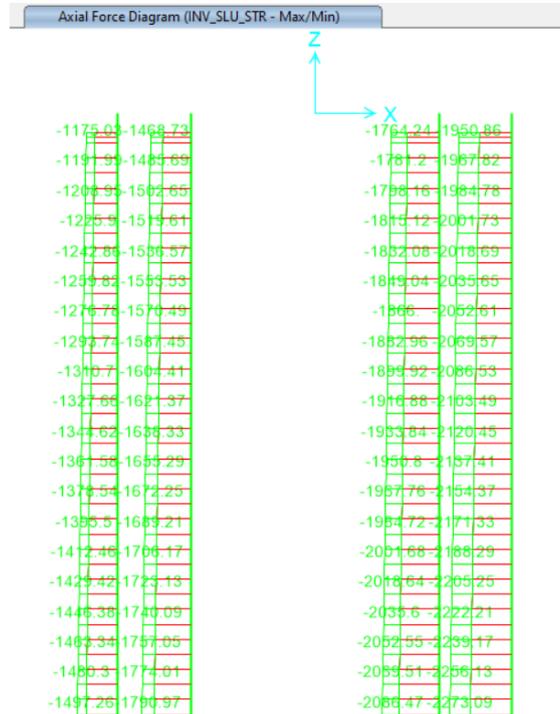


Figura - 11 Piles SLU – Axial

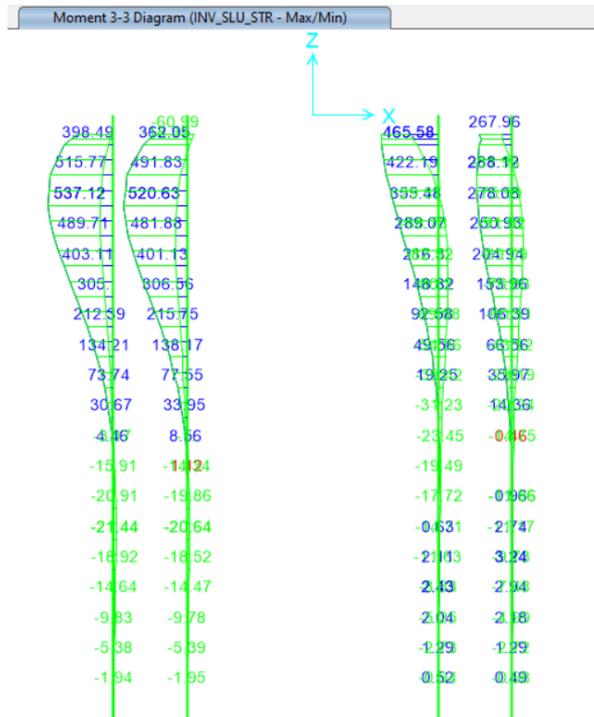


Figura - 12 Piles SLU – Moment

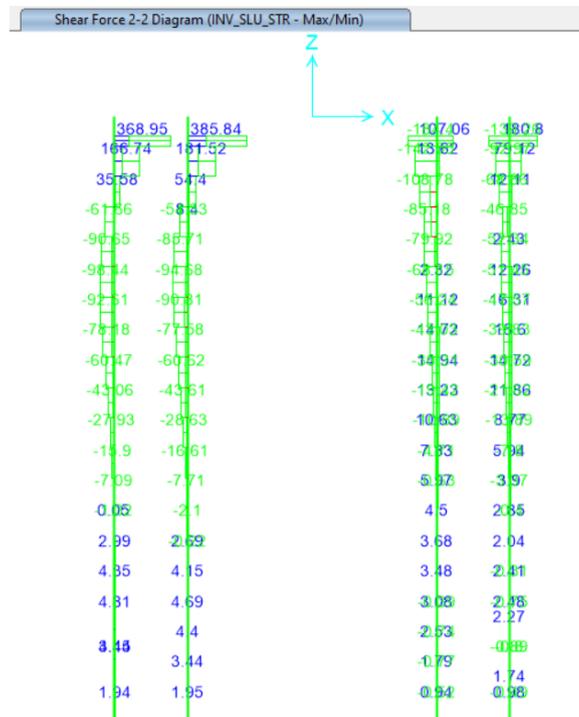


Figura - 13 – Piles SLU – Shear

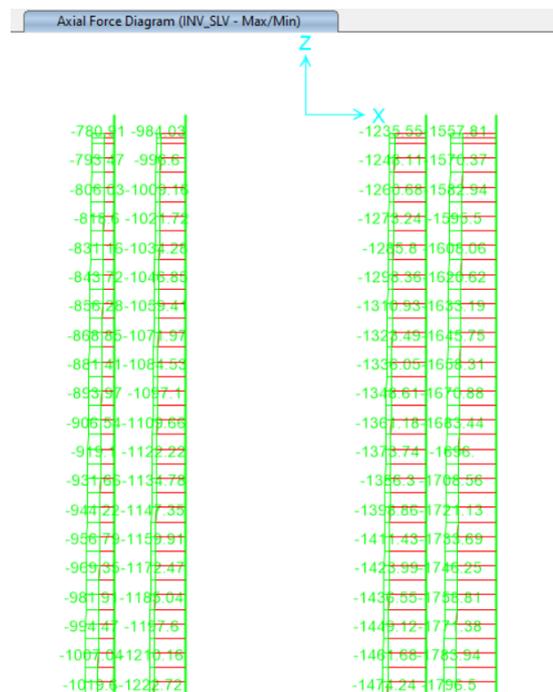


Figura - 14 – Piles SLV – Axial

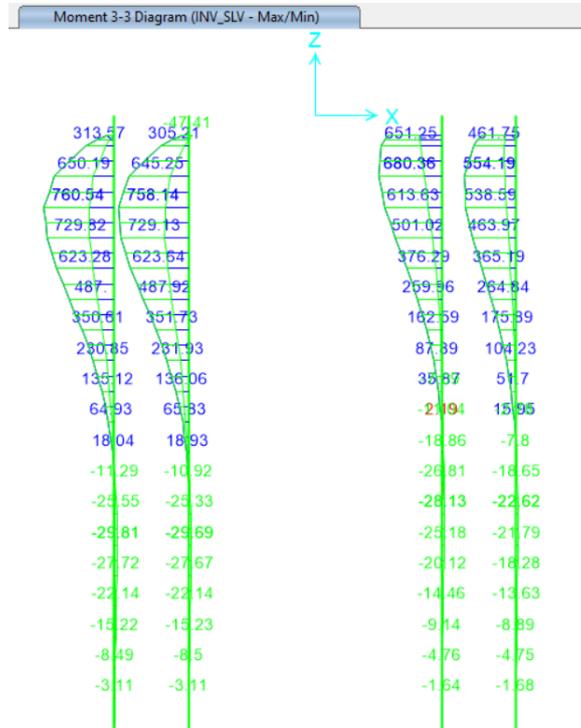


Figura - 15 – Piles SLV Moment

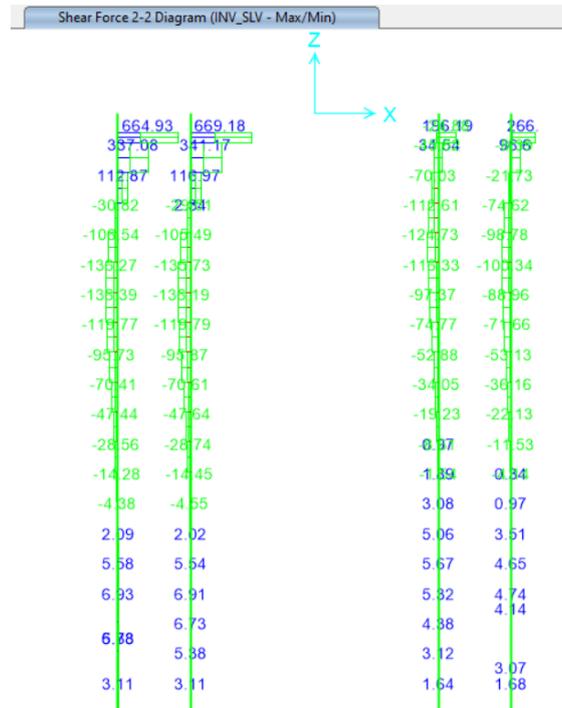


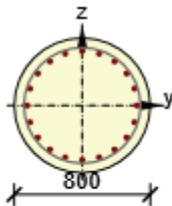
Figura - 16 – Piles SLV – Shear

10.1.4.1 Sezione SL03

2.1 Sezione S 1

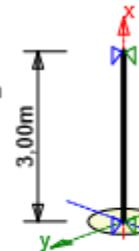
2.1.1 Estremo S 1 - E 1

Elemento di progetto	M 1
Sezione armata	R 1



Calcestruzzo: C25/30
Età: 28,0 d
Armatura: (B 450C)
1ø26 (531mm²), Posizione 0, 323 mm
2ø26 (1062mm²), z = 307 mm
2ø26 (1062mm²), z = 261 mm
2ø26 (1062mm²), z = 190 mm
2ø26 (1062mm²), z = 100 mm
2ø26 (1062mm²), z = 0 mm
2ø26 (1062mm²), z = -100 mm
2ø26 (1062mm²), z = -190 mm
2ø26 (1062mm²), z = -261 mm
2ø26 (1062mm²), z = -307 mm
1ø26 (531mm²), Posizione 0, -323 mm
Staffe:
ø14 - 100 mm

Copriferro:
Copriferro uniforme : 50 mm



2.1.1.1 Effetti dei carichi - forze interne

Tipo di carico	Tipo combinazione	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	T [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
Totale	Fondamentale SLU	-851,0	-181,0	0,0	0,0	0,0	-537,0
Totale	Eccezionale	-735,0	-119,0	0,0	0,0	0,0	-363,0
Totale	Caratteristico	-751,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-431,0
Totale	Quasi-permanente	-111,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-298,0
Inizio	Fondamentale SLU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fine	Fondamentale SLU	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inizio	Eccezionale	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fine	Eccezionale	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inizio	Carico ciclico max	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fine	Carico ciclico max	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inizio	Carico ciclico min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fine	Carico ciclico min.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inizio	Resistenza al fuoco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fine	Resistenza al fuoco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

2.1.1.2 Ricalcolo delle forze interne (effetto del secondo ordine e imperfezioni)
Stati limite ultimi - combinazione fondamentale dei carichi

Asse	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y/z} [kNm]	M _{0,y/z} [kNm]	M _{i,y/z} [kNm]	M _{0Ed,y/z} [kNm]	M _{2,y/z} [kNm]	e _{0,y/z} [mm]	e _{i,y/z} [mm]	e _{0Ed,y/z} [mm]	e _{2,y/z} [mm]	e _{Ed,y/z} [mm]
y	-851,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
z	-851,0	-537,0	-537,0	0,0	-537,0	0,0	-631	0	-631	0	-631

Stato limite ultimo - combinazione eccezionale di carichi

Asse	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y/z} [kNm]	M _{0,y/z} [kNm]	M _{i,y/z} [kNm]	M _{0Ed,y/z} [kNm]	M _{2,y/z} [kNm]	e _{0,y/z} [mm]	e _{i,y/z} [mm]	e _{0Ed,y/z} [mm]	e _{2,y/z} [mm]	e _{Ed,y/z} [mm]
y	-735,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
z	-735,0	-363,0	-363,0	0,0	-363,0	0,0	-494	0	-494	0	-494

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Asse	Effetti ricalcolati dovuti a flessione biassiale
N _{Ed}	Forze normali di progetto
M _{Ed,y/z}	Momento di progetto totale attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
M _{0,y/z}	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
M _{i,y/z}	Momento flettente attorno all'asse y e z rispettivamente causato dalle imperfezioni
M _{0Ed,y/z}	Momento flettente del primo ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
M _{2,y/z}	Momento nominale del 2° ordine attorno all'asse y e all'asse z rispettivamente
e _{0,y/z}	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente
e _{0Ed,y/z}	Eccentricità del primo ordine rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti delle imperfezioni
e _{2,y/z}	Eccentricità rispetto all'asse z e y rispettivamente causata dagli effetti del 2° ordine
e _{Ed,y/z}	Eccentricità totale rispetto all'asse z e y rispettivamente incluso gli effetti del 2° ordine

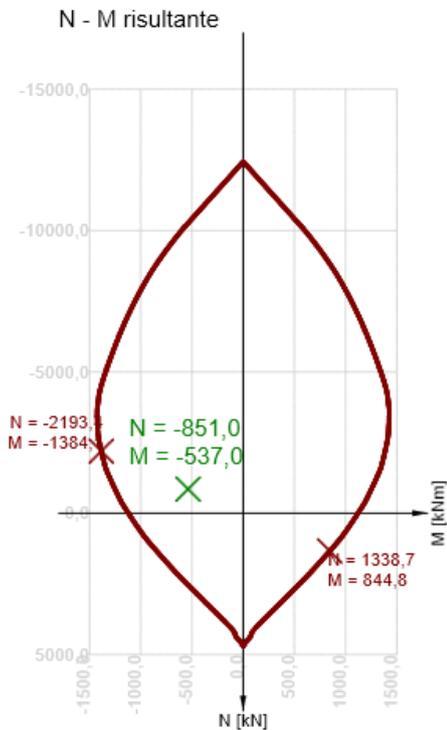
2.1.1.3 Panoramica

Tipo di verifica governante	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Valore [%]	Verifica
Controllo delle tensioni	-111,0	0,0	-298,0			88,5	OK
Tipo di verifica	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Valore [%]	Verifica
Diagramma di utilizzo N-M-M	-851,0	0,0	-537,0			38,8	OK
Taglio	-851,0			181,0	0,0	33,1	OK
Torsione					0,0	0,0	OK
Interazione	-851,0	0,0	-537,0	181,0	0,0	43,8	OK
Controllo delle tensioni	-111,0	0,0	-298,0			88,5	OK
Apertura delle fessure	-111,0	0,0	-298,0			43,5	OK
Asse	l ₀ [m]	λ [-]	λ _{lim} [-]				
Snellezza y [⊥]	3,00	15,01	0,00				
Snellezza z [⊥]	3,00	15,01	0,00				

Valore limite dello sfruttamento della sezione: 100,0 %

⚠	Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2
⚠	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
⚠	L'azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)
⚠	La limitazione della compressione (causate dalla combinazione caratteristica SLE) è richiesta solo per strutture esposte a ambienti di classe XD, XF, e XS, vedi 7.2 (2)

2.1.1.4 Diagramma di utilizzo N-M-M



Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Tipo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
-851,0	0,0	-537,0	Nu-Mu-Mu	38,8	100,0	OK

Resistenza di progetto dei css sottoposti a flessione e forza assiale

Tipo	F_{Ed}	F_{Rd1}	F_{Rd2}
N [kN]	-851,0	-2193,4	1338,7
M_y [kNm]	0,0	0,0	0,0
M_z [kNm]	-537,0	-1384,1	844,8

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto della forza assiale agente causata dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
$M_{Ed,y}$	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y causato dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
$M_{Ed,z}$	Valore di progetto del momento flettente agente causato dal carico esterno permanente e accidentale e dagli effetti secondari della precompressione
Tipo	Nu-Mu-Mu: La resistenza della sezione è determinata ipotizzando una modifica proporzionale di tutti i componenti delle forze interne agenti (l'eccentricità della forza normale rimane costante) finché non è raggiunta la superficie di interazione. Il cambiamento dell
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
F_{Ed}	La forza di progetto agente causata dal carico esterno (senza effetti della precompressione)
F_{Rd1}	Prima serie di forze di resistenza risultanti dal primo punto di intersezione raggiunto sulla superficie di interazione
F_{Rd2}	Seconda serie di forze di resistenza risultanti dal secondo punto di intersezione raggiunto sulla superficie di interazione

2.1.1.5 Taglio
Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

V_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]	V_{Rd} [kN]	Zona di verifica	Paragrafo	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
181,0	-851,0	547,5	senza riduzione	6.2.3(3)	33,1	100,0	OK

Sollecitazioni di progetto a taglio e resistenze a taglio

V_{Ed} [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,max}$ [kN]	$V_{Rd,r}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Rd} [kN]
181,0	348,7	1670,5	1792,2	547,5	547,5

Valori di input e risultati intermedi del progetto del taglio

n_c	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	b_w [mm]	d [mm]	z [mm]	θ [°]	α [°]	α_{cw} [-]
2	3079	5840	621	642	494	45,0	90,0	1,09
$C_{Rd,c}$ [-]	k [-]	k_1 [-]	ρ_1 [-]	σ_{cp} [MPa]	σ_{wd} [MPa]	v_{min} [MPa]	v [-]	v_1 [-]
0,12	1,56	0,15	0,01	1,7	119,0	0,3	0,54	0,60

 Il taglio è assorbito dal calcestruzzo, l'armatura a taglio è richiesta secondo i dettagli costruttivi, vedi 6.2.2

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
V_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della precompressione)
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
V_{Rd}	Valore finale della resistenza di progetto a taglio
Zona di verifica	Tipo di zona in cui è eseguita la verifica

Paragrafo	Il numero di paragrafo (tipo di metodo) usato per la verifica a taglio
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$V_{Rd,c}$	La resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio massimo che può essere sopportato dall'elemento, limitato dallo schiacciamento dei puntoni compressi
$V_{Rd,r}$	Valore limite dello sforzo di taglio di progetto considerato senza riduzione per il fattore Beta sec. (6.2.2(6))
$V_{Rd,s}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sostenuto dallo snervamento dell'armatura a taglio
n_c	Numero di braccia dell'armatura a taglio
a_{sw}	L'area dell'armatura a taglio per unità di lunghezza
A_{sl}	L'area dell'armatura longitudinale a trazione
b_w	La larghezza della sezione nel baricentro di c/s
d	Altezza utile della sezione
z	Il braccio più interno della leva
θ	L'angolo tra il puntone di calcestruzzo compresso e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
α	L'angolo tra l'armatura a taglio e l'asse della trave perpendicolare allo sforzo di taglio
α_{cw}	Coefficiente che prende in considerazione lo stato delle sollecitazioni nel corrente compresso
$C_{Rd,c}$	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
k	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
k_l	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
ρ_l	Rapporto di armatura dell'armatura longitudinale a trazione
σ_{cp}	Sforzo normale nella sezione dovuto ai carichi o alla precompressione limitato da 0.2 fcd
σ_{wd}	Sforzo di progetto dell'armatura a taglio, vedi nota 2 par. 6.2.3 (3)
v_{min}	Coefficiente per il calcolo della resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
v	Fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per il calcolo della resistenza a taglio
v_l	Fattore di riduzione della resistenza del calcestruzzo per il calcolo della resistenza a taglio

2.1.1.6 Torsione

Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

T_{Ed} [kNm]	T_{Rd} [kNm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
0,0	340,2	0,0	100,0	OK

Momenti torcenti di resistenza e di progetto

T_{Ed} [kNm]	$T_{Rd,c}$ [kNm]	$T_{Rd,max}$ [kNm]	$T_{Rd,s}$ [kNm]	T_{Rd} [kNm]
0,0	135,2	553,9	340,2	340,2

Valori di input e risultati intermedi del progetto a torsione

A_k [mm ²]	u_k [mm]	t_{eff} [mm]	a_{sw} [mm ² /m]	A_{sl} [mm ²]	A_{sp} [mm ²]	θ [°]
282385	1885	200	1539	10619	0	45,0

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26CL	SL 03 00 002	A	34 di 52

348,7	135,2	1670,5	553,9	51,9	10,8	10,8	100,0	OK
-------	-------	--------	-------	------	------	------	-------	----

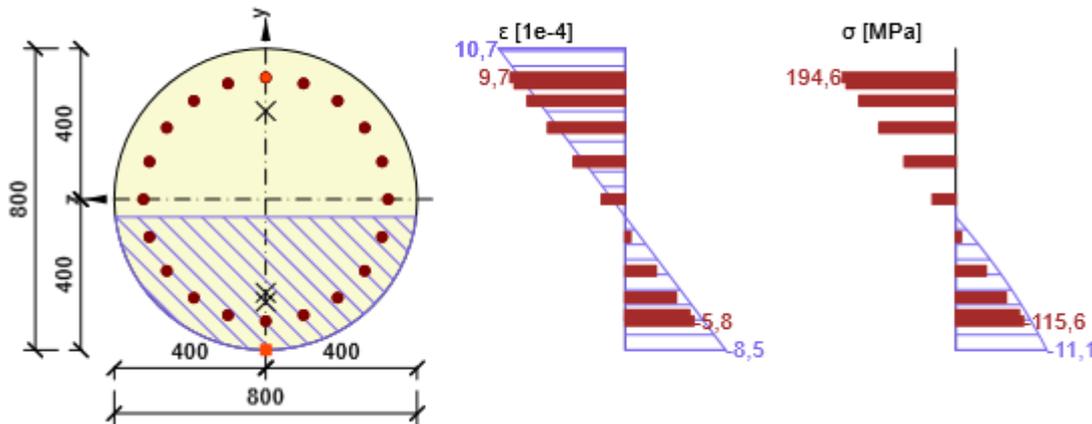
Verifica di interazione del taglio, della torsione, della flessione e delle forze normali

F_b [kN]	$\Delta F_{td,s}$ [kN]	$\Delta F_{td,t}$ [kN]	$\Delta \varepsilon_s$ [1e-4]	$\Delta \varepsilon_t$ [1e-4]	Limite in ferro	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
238,5	181,0	0,0	0,9	0,0	1	43,8	100,0	OK

Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	$\Delta \varepsilon_{st}$ [1e-4]	ε [1e-4]	ε_{lim} [1e-4]	$\Delta \sigma_{st}$ [MPa]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
1	323	0	0,9	9,7	675,0	17,0	194,6	444,0	43,8	OK

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione


Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M_{Edy}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M_{Edz}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
V_{Ed}	Valore di progetto dello sforzo di taglio agente (con effetto della precompressione)
T_{Ed}	Valore di progetto del momento torcente agente (con effetto della precompressione)
Valore V+T	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione (per interazione di taglio e torsione) relativo al valore limite
Valore V+T+M	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione (per interazione di taglio, torsione e flessione) relativo al valore limite
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
$V_{Rd,c}$	La resistenza a taglio di progetto dell'elemento senza armatura a taglio
$T_{Rd,c}$	Momento a fessurazione torsionale di progetto
$V_{Rd,max}$	Valore di progetto dello sforzo di taglio massimo che può essere sopportato dall'elemento, limitato dallo schiacciamento dei puntoni compressi
$T_{Rd,max}$	Momento di resistenza torsionale di progetto
Eq. 6.31	Il valore dello sfruttamento della sezione secondo l'equazione (6.31) EN 1992-1-1
Eq. 6.29	Il valore dello sfruttamento della sezione secondo l'equazione (6.29) EN 1992-1-1

F_b	Forze risultanti nell'armatura longitudinale dovute a flessione e forza normale
$\Delta F_{td,s}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta al taglio calcolato come $VEd * \cot\theta$
$\Delta F_{td,t}$	Forza a trazione aggiuntiva nell'armatura longitudinale dovuta alla torsione
$\Delta \epsilon_s$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio
$\Delta \epsilon_t$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta alla torsione
Limite in ferro	Numero dell'armatura non precompressa con il valore limite della verifica
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
$\Delta \epsilon_{st}$	Resistenza a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta al taglio e alla torsione
ϵ	Deformazione nel ferro/trefolo dovuta taglio, torsione e flessione.
ϵ_{lim}	Valore limite della deformazione nel ferro/trefolo
$\Delta \sigma_{st}$	Sollecitazione a trazione aggiuntiva nel ferro/trefolo dovuta a taglio e torsione
σ	Sollecitazione nel ferro/trefolo dovuta a taglio, torsione e flessione
σ_{lim}	Valore limite della tensione nel ferro/trefolo

2.1.1.8 Controllo delle tensioni

Controllo delle tensioni - effetto a breve termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	13	-10,0	-11,3	88,5	100,0	OK

Controllo delle tensioni - effetto a lungo termine

Tipo di verifica	Tipo componente	Indice	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	Fibre di calcestruzzo	13	-5,5	-11,3	49,2	100,0	OK

Verifica dettagliata del calcestruzzo - effetti a breve termine

Tipo di verifica	Fibra	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	13	-400	0	-111,0	0,0	-298,0	-10,0	-11,3	88,5	OK

Verifica dettagliata dell'armatura - effetti a breve termine

Tipo di verifica	Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	1	323	0	-751,0	0,0	-431,0	116,5	360,0	32,3	OK

Verifica dettagliata del calcestruzzo - effetti a lungo termine

Tipo di verifica	Fibra	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(3)-Quasi	13	-400	0	-111,0	0,0	-298,0	-5,5	-11,3	49,2	OK

Verifica dettagliata dell'armatura - effetti a lungo termine

Tipo di verifica	Ferro	y_i [mm]	z_i [mm]	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	σ [MPa]	σ_{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
7.2(5)-Char	1	323	0	-751,0	0,0	-431,0	142,3	360,0	39,5	OK

Coefficiente di viscosità

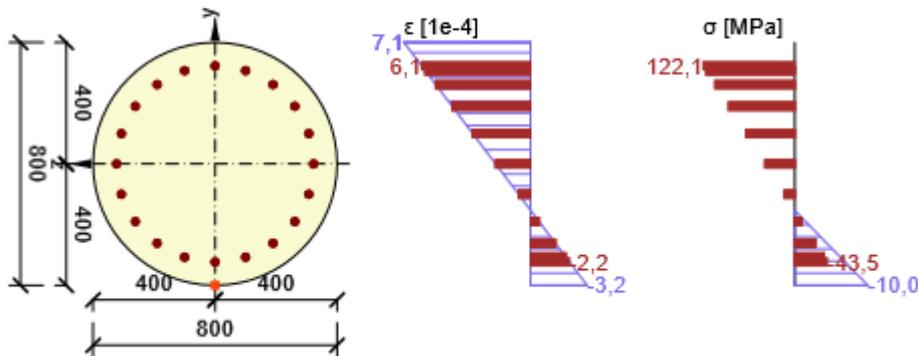
Metodo di valutazione	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Uso γ_{tt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatico	399	502017	2513	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,02

⚠	Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no
⚠	L'azione del calcestruzzo teso è esclusa per le fessurazioni, vedi par. 7.1 (2)
⚠	La limitazione della compressione (causate dalla combinazione caratteristica SLE) è richiesta solo per strutture esposte a ambienti di classe XD, XF, e XS, vedi 7.2 (2)

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

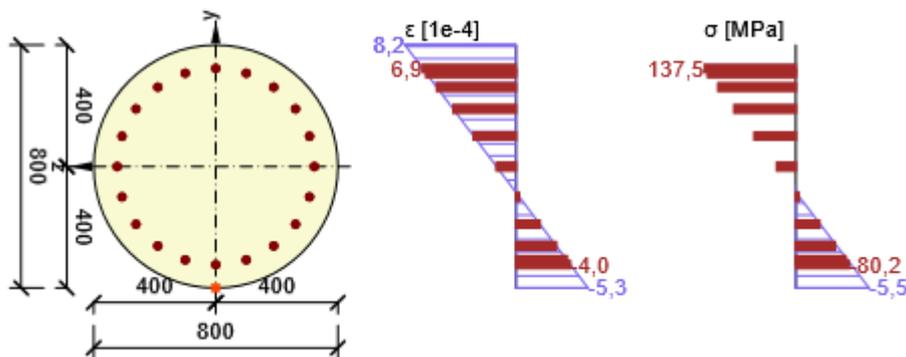
- Combinazione quasi-permanente
- Calcolo rigidezza a breve termine



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

- Combinazione quasi-permanente
- Calcolo rigidezza a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Tipo di verifica	Il numero di paragrafo e il tipo di combinazione SLE usati per il calcolo del controllo delle tensioni
Tipo componente	Specificazione del tipo di componente ccs (calcestruzzo fibra/ferro/trefolo) con valori limite nella verifica
Indice	Numero della fibra di calcestruzzo, armatura o trefolo con il valore limite della verifica
σ	Sforzo nel componente ccs (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata

σ_{lim}	Valore limite dello sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
Fibra	Numero delle fibre di calcestruzzo con il valore limite della verifica
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
N	Forza normale per combinazione SLE appropriata
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione SLE appropriata
M_z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione SLE appropriata
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto.
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
Uso γ_{lt}	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

2.1.1.9 Fessurazione

Apertura delle fessure- effetti a breve termine

Combinazione	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
Quasi	-111,0	0,0	-298,0	0,132	0,400	33,0	100,0	OK

Apertura delle fessure - effetti a lungo termine

Combinazione	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	w_k [mm]	w_{lim} [mm]	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
Quasi	-111,0	0,0	-298,0	0,174	0,400	43,5	100,0	OK

Risultati intermedi e coefficienti per il calcolo a fessurazione - effetti a breve termine

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
247	184	693	85746	2655	0,03
k_t [-]	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0,60	3,7	0,80	0,50	3,40	0,43
c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$s_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
64	7,1	-3,2	360	26	122,1

Risultati intermedi e coefficienti per il calcolo a fessurazione - effetti a lungo termine

x [mm]	$h_{c,eff}$ [mm]	d [mm]	$A_{c,eff}$ [mm ²]	$A_{s,eff}$ [mm ²]	$\rho_{p,eff}$ [-]
315	162	694	70935	2655	0,04

RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26CL	SL 03 00 002	A	38 di 52

k_t [-]	$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$ [1e-4]	k_1 [-]	k_2 [-]	k_3 [-]	k_4 [-]
0,40	5,2	0,80	0,50	3,40	0,43

c [mm]	ε_1 [1e-4]	ε_2 [1e-4]	$S_{r,max}$ [mm]	Φ [mm]	σ_s [MPa]
64	8,2	-5,3	336	26	137,5

Coefficiente di viscosità

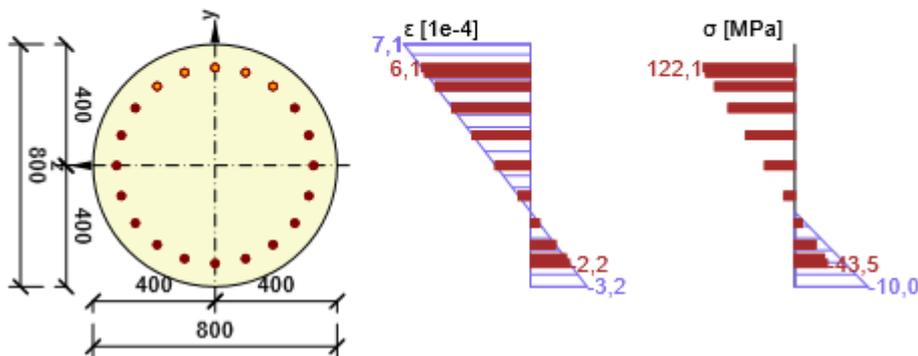
Metodo di valutazione	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Uso γ_{tt}	$\varphi(t,t_0)$ [-]
Automatico	399	502017	2513	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,02

! Il valore di progetto più grande o più piccolo delle forze interne di una delle combinazioni SLE ha provocato una tensione nel calcestruzzo più alta della resistenza a trazione del calcestruzzo (la sezione è fessurata). Sulla base delle impostazioni di no

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

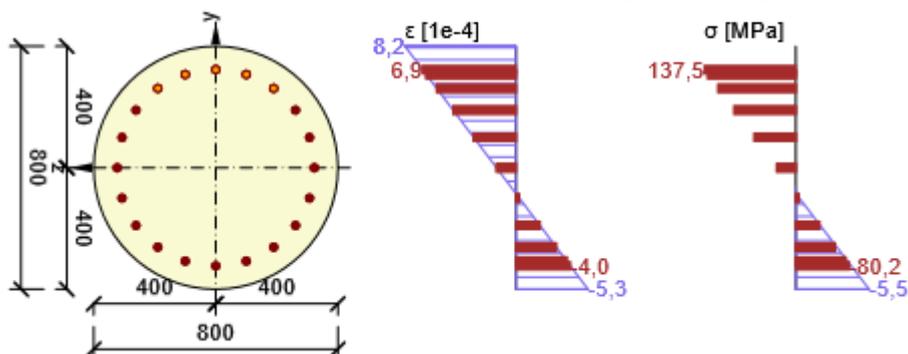
- Combinazione quasi-permanente
- Calcolo rigidezza a breve termine



Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

- Combinazione quasi-permanente
- Calcolo rigidezza a lungo termine



Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Combinazione	Combinazione usata per il calcolo incluso i coefficienti rsup o rinf sec. 5.10.9
N	Forza normale per combinazione quasi-permanente
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione quasi-permanente
M_z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione quasi-permanente
w_k	L'apertura delle fessure è calcolata secondo 7.3.4
w_{lim}	Valore limite dell'apertura delle fessure secondo la tabella 7.1N
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
x	Altezza della zona di compressione (posizione dell'asse neutro)
$h_{c,eff}$	L'altezza dell'area a trazione efficace del calcestruzzo attorno all'armatura o ai trefoli di precompressione (7.3.2 (3))
d	Altezza utile della sezione
$A_{c,eff}$	Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura e ai trefoli di precompressione
$A_{s,eff}$	Area efficace dell'acciaio dell'armatura all'interno dell'area efficace del calcestruzzo
$\rho_{p,eff}$	Rapporto tra l'area efficace dell'armatura lenta e precompressa e l'area efficace del calcestruzzo a trazione
k_t	Fattore dipendente dalla durata del carico (7.3.4 (2))
k_1	Coefficiente che tiene conto delle proprietà di aderenza dell'armatura aderente (7.3.4 (3))
k_2	Coefficiente che tiene conto della distribuzione della deformazione
c	Spessore del copriferro dell'armatura principale longitudinale
ϵ_1	Deformazione a trazione maggiore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
ϵ_2	Deformazione a trazione minore alle estremità della sezione considerata, ipotizzando la sezione fessurata
$s_{r,max}$	Spaziatura massima finale delle fessure
ϕ	Diametro del ferro o diametro equivalente del ferro per più diametri di ferri all'interno dell'area di trazione efficace del calcestruzzo
σ_s	Sollecitazioni massime nell'armatura a trazione considerando la sezione fessurata
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto.
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
Uso γ_{lt}	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

2.1.1.10 Dettagli costruttivi
Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N_{Ed} [kN]	$M_{Ed,y}$ [kNm]	$M_{Ed,z}$ [kNm]	Rapporto _{lungo} [%]	Rapporto _{taglio} [%]	Governante [%]	Limite [%]	Verifica
-851,0	0,0	-537,0	52,9	46,4	52,9	100,0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura longitudinale

Tipo	Valore _{calc}	Valore _{lim}	Rapporto [%]	Verifica
Rapp. di armatura min. per armatura longitudinale (9.5.2 (2)) [%]	2,12	0,20	9,5	OK
Rapporto arm. max per armatura longitudinale (9.5.2 (3)) [%]	2,12	4,00	52,9	OK
Luce netta minima dell'armatura longitudinale (8.2 (2)) [mm]	75	26	34,6	OK
Distanza assiale massima dell'armatura longitudinale (9.2.3 (4)) [mm]	155	350	44,3	OK
Diametro minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (1)) [mm]	26	8	30,8	OK
Numeri di ferri minimo dell'armatura longitudinale (9.5.2 (4))	20	4	20,0	OK

Verifica i dettagli costruttivi dell'armatura a taglio

Tipo	Valore _{calc}	Valore _{lim}	Rapporto [%]	Verifica
Distanza massima delle staffe (9.5.3 (3)) [mm]	100	400	25,0	OK
Diametro minimo di armatura a taglio (9.5.3 (1)) [mm]	14	7	46,4	OK
Diametro minimo del mandrino della staffa (8.3 (2)) [-]	0,00	0,00	0,0	Off

Valori di input e risultati intermedi per i dettagli costruttivi

b _w [mm]	d [mm]	A _c [mm ²]	b _t * d [mm ²]	f _{yk} [MPa]	f _{yd} [MPa]	f _{ck} [MPa]	f _{ctm} [MPa]	f _{cd} [MPa]
621	642	502017	0	450,0	391,3	25,0	2,6	16,7

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N _{Ed}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M _{Ed,y}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M _{Ed,z}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
Rapporto _{lungo}	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura longitudinale
Rapporto _{taglio}	Rapporto critico tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi per l'armatura a taglio
Governante	Rapporto governante tra valore calcolato e valore limite, che esprime i dettagli costruttivi
Limite	Rapporto limite che rappresenta le regole sui dettagli costruttivi
Verifica	Risultato della verifica
Tipo	Tipo delle prescrizioni dei dettagli costruttivi
Valore _{calc}	Quantità calcolata o da input che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Valore _{lim}	Valore limite della quantità che rappresenta la regola di dettaglio costruttivo data
Rapporto	Rapporto tra valore calcolato o da input, che esprime i dettagli costruttivi, e il suo valore limite

2.1.1.11 Verifica SLU a pressoflessione deviata
Risultati presentati per combinazione : Fondamentale SLU

N _{Ed,tot} [kN]	M _{Ed,y,tot} [kNm]	M _{Ed,z,tot} [kNm]	Fibre di calcestruzzo	Limite in ferro	Valore [%]	Limite [%]	Verifica
-851,0	0,0	-537,0	13	1	66,8	100,0	OK

Piano di deformazione

x [mm]	d [mm]	z [mm]	ε _x [1e-4]	φ _z [1e-4]	φ _y [1e-4]
353	642	494	1,1	24,0	0,0

Forze nei componenti della sezione

Componente del css	N [kN]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	A [mm ²]	y _i [mm]	z _i [mm]
Calcestruzzo	-1092,4	0,0	-271,1	211333	-248	0
Armatura tesa	651,1	0,0	-157,3	5840	242	0
Armatura in compressione	-412,6	0,0	-108,7	4778	-263	0
Totale	-853,9	0,0	-537,1			

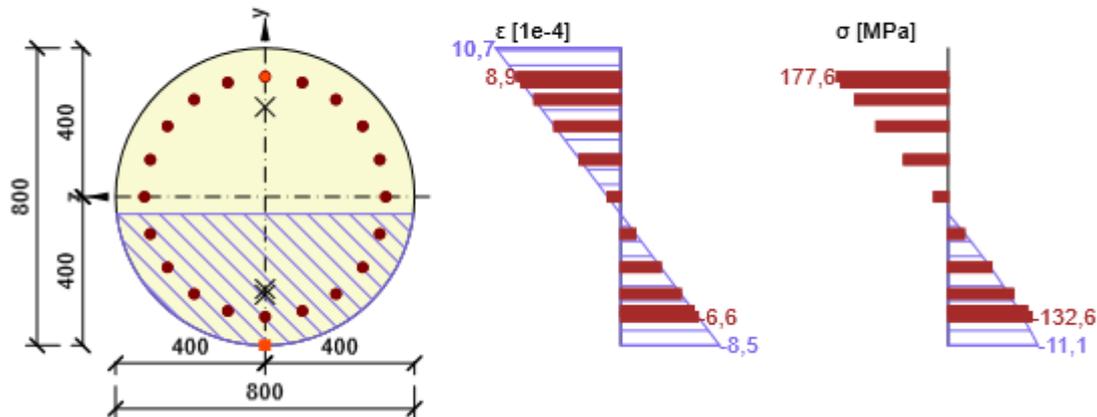
Verifica dettagliata del calcestruzzo

Fibra	y _i [mm]	z _i [mm]	ε [1e-4]	ε _{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
13	-400	0	-8,5	-35,0	-11,1	-16,7	66,8	OK

Verifica dettagliata dell'armatura

Ferro	y _i [mm]	z _i [mm]	ε [1e-4]	ε _{lim} [1e-4]	σ [MPa]	σ _{lim} [MPa]	Valore [%]	Verifica
1	323	0	8,9	675,0	177,6	444,0	40,0	OK

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione


Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
N _{Ed,tot}	Valore di progetto dello sforzo normale agente (con effetto della precompressione)
M _{Ed,ytot}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse y (con effetto della precompressione)
M _{Ed,ztot}	Valore di progetto del momento flettente agente attorno all'asse z (con effetto della precompressione)
Fibre di calcestruzzo	Numero delle fibre con il valore limite della verifica
Limite in ferro	Numero dell'armatura non precompressa con il valore limite della verifica
Valore	Valore calcolato dello sfruttamento della sezione o di un suo componente (ad es. ferro) relativo al valore limite
Limite	Valore limite dello sfruttamento della sezione
Verifica	Risultato della verifica
x	Altezza della zona di compressione (posizione dell'asse neutro)
d	Altezza utile della sezione
z	Il braccio più interno della leva

ε_x	Deformazione assiale
φ_z	Tangente dell'angolo tra l'asse 'z' e la sua proiezione perpendicolare nel piano di deformazione (attorno all'asse 'y')
φ_y	Tangente dell'angolo tra l'asse 'y' e la sua proiezione perpendicolare nel piano di deformazione (attorno all'asse 'z')
Componente del css	Tipo di componente del css
N	Il valore della forza normale assorbito dal componente del css
M_y	Il valore del momento flettente attorno all'asse 'y' assorbito dal componente del css
M_z	Il valore del momento flettente attorno all'asse 'z' s assorbito dal componente del css
A	Area del componente css (fibra/ferro/trefolo...)
y_i	Coordinata y del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
z_i	Coordinata z del componente css (fibra/ferro/trefolo...) relativo al baricentro del css
Fibra	Numero delle fibre di calcestruzzo con il valore limite della verifica
ε	Deformazione nel componente css corrente (fibra/ferro/trefolo...) calcolata per SLU
ε_{lim}	Valore limite della deformazione nel componente css (fibra/ferro/trefolo...)
σ	Sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
σ_{lim}	Valore limite dello sforzo nel componente css (fibra/ferro/trefolo...) calcolato per la combinazione SLE appropriata
Ferro	Numero di barre con il valore estremo della verifica

2.1.1.12 Rigidezza

Rigidezza a breve termine

Tipo	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]
Rigidezza risultante	-111,0	0,0	-298,0	245	230	6518
Sezione non fessurata	-111,0	0,0	-160,0	729	729	17765
Sezione fessurata	-111,0	0,0	-298,0	232	218	6205

Rapporto di rigidezza

Tipo	EI_y [MNm ²]	EI_y/EI_{y1} [-]	EI_z [MNm ²]	EI_z/EI_{z1} [-]	EA_x [MN]	EA_x/EA_{x1} [-]
Sezione non fessurata	729	1,16	729	1,16	17765	1,12
Sezione fessurata	232	0,37	218	0,35	6205	0,39
Linear	631	1,00	631	1,00	15801	1,00

Curvature

Tipo	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]	Γ_y [1e-4]	Γ_z [1e-4]	ε_x [1e-4]
Rigidezza risultante	-111,0	0,0	-298,0	245	230	6518	0,0	-13,0	-0,2
Sezione non fessurata	-111,0	0,0	-160,0	729	729	17765	0,0	-2,2	-0,1
Sezione fessurata	-111,0	0,0	-298,0	232	218	6205	0,0	-13,7	-0,2

Rigidezza a lungo termine

Tipo	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]
Rigidezza risultante	-111,0	0,0	-298,0	186	180	4231
Sezione non fessurata	-111,0	0,0	-206,2	316	316	7302
Sezione fessurata	-111,0	0,0	-298,0	177	170	4014

Rapporto di rigidezza

Tipo	EI_y [MNm ²]	EI_y/EI_{y1} [-]	EI_z [MNm ²]	EI_z/EI_{z1} [-]	EA_x [MN]	EA_x/EA_{x1} [-]
Sezione non fessurata	316	0,50	316	0,50	7302	0,46
Sezione fessurata	177	0,28	170	0,27	4014	0,25
Linear	631	1,00	631	1,00	15801	1,00

Curvature

Tipo	N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	EI_y [MNm ²]	EI_z [MNm ²]	EA_x [MN]	r_y [1e-4]	r_z [1e-4]	ϵ_x [1e-4]
Rigidezza risultante	-111,0	0,0	-298,0	186	180	4231	0,0	-16,6	-0,3
Sezione non fessurata	-111,0	0,0	-206,2	316	316	7302	0,0	-6,5	-0,2
Sezione fessurata	-111,0	0,0	-298,0	177	170	4014	0,0	-17,5	-0,3

Risultati intermedi del calcolo della rigidezza a breve termine

A_s [mm ²]	A_{st} [mm ²]	A_{sc} [mm ²]	ζ [-]	β [-]	σ_{sr} [MPa]	σ_{ss} [MPa]
10619	6902	3717	0,93	1,00	60,1	122,1

Caratteristiche sezione per rigidezza a breve termine

Tipo	A [mm ²]	S_y [mm ³]	S_z [mm ³]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	t_y [mm]	t_z [mm]	x [mm]
Sezione non fessurata	564404	0	0	23171146824	23171146824	0	0	260
Sezione fessurata	197148	0	0	7385370154	6925157757	-167	0	247

Risultati intermedi del calcolo della rigidezza a lungo termine

A_s [mm ²]	A_{st} [mm ²]	A_{sc} [mm ²]	ζ [-]	β [-]	σ_{sr} [MPa]	σ_{ss} [MPa]
10619	5840	4778	0,89	0,50	91,7	137,5

Caratteristiche sezione per rigidezza a lungo termine

Tipo	A [mm ²]	S_y [mm ³]	S_z [mm ³]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]	t_y [mm]	t_z [mm]	x [mm]
Sezione non fessurata	700753	0	0	30283738042	30283738042	0	0	323
Sezione fessurata	385226	0	0	16980056426	16328414920	-102	0	315

Risultati intermedi del calcolo del ritiro

Tipo	$1/r_{cs}$ [1/m]	ϵ_{cs} [1e-4]	α_e [-]	S [mm ³]	I_y [mm ⁴]
Sezione non fessurata	0,00	4,4	21,83	0	31745531625
Sezione fessurata	0,00	4,4	21,83	0	18727630078

Curvatura dovute al ritiro

$1/r_{cs}$ [1/m]	ϵ_{cs} [1e-4]
0,00	4,4

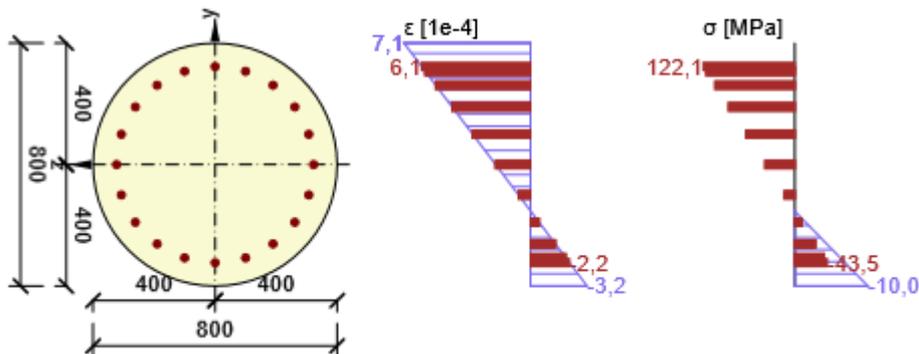
Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	h_0 [mm]	A_c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t_0 [d]	t_s [d]	RH [%]	Uso γ_{tt}	$\varphi(t, t_0)$ [-]
Automatico	399	502017	2513	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,02

Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

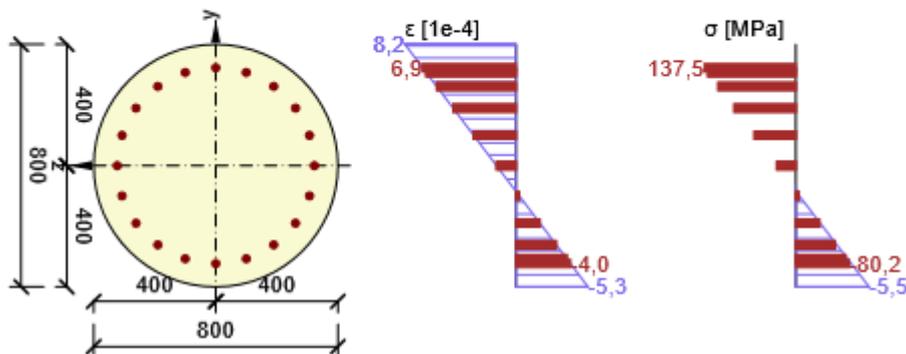
Risultati presentati per:

- Combinazione quasi-permanente
- Calcolo rigidezza a breve termine


Distribuzione sforzo-deformazione nella sezione

Risultati presentati per:

- Combinazione quasi-permanente
- Calcolo rigidezza a lungo termine


Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Tipo	Indicazione del tipo di risultato – sezione fessurata/non fessurata
N	Forza normale per combinazione quasi-permanente
M _y	Momento flettente attorno all'asse y per combinazione quasi-permanente
M _z	Momento flettente attorno all'asse z per combinazione quasi-permanente
EI _y	Rigidezza flessionale attorno all'asse y
EI _z	Rigidezza flessionale attorno all'asse z
EA _x	Rigidezza assiale
EI _y /EI _{y1}	Rapporto tra la rigidezza flessionale risultante e la rigidezza flessionale lineare
EI _z /EI _{z1}	Rapporto tra la rigidezza flessionale risultante e la rigidezza flessionale lineare
EA _x /EA _{x1}	Rapporto tra la rigidezza assiale risultante e la rigidezza assiale lineare
r _y	Curvatura risultante attorno all'asse y
r _z	Curvatura risultante attorno all'asse z
ε _x	Deformazione assiale

A_s	Area totale dell'armatura longitudinale nella sezione
A_{st}	Area dell'armatura longitudinale a trazione nella zona fessurata della sezione
A_{sc}	Area dell'armatura longitudinale a compressione nella zona compressa della sezione fessurata
ζ	Coefficiente di distribuzione (EN 1992-1-1, equazione 7.19)
β	Coefficiente che tiene conto dell'influenza della durata del carico o della ripetizione del carico sulla deformazione media
σ_{sr}	Sforzo nell'armatura tesa calcolata ipotizzando una sezione fessurata sotto le condizioni di carico che causano la prima fessurazione
σ_{ss}	Sforzo nell'armatura tesa calcolata ipotizzando una sezione fessurata
A	Area della sezione trasversale della sezione omogeneizzata
S_y	Momento statico della sezione omogeneizzata attorno all'asse y relativo al baricentro della sezione omogeneizzata
S_z	Momento statico della sezione omogeneizzata attorno all'asse z relativo al baricentro della sezione omogeneizzata
I_y	Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata attorno all'asse y relativo al baricentro della sezione omogeneizzata
I_z	Momento d'inerzia della sezione omogeneizzata attorno all'asse z relativo al baricentro della sezione omogeneizzata
t_y	Distanza tra il baricentro della sezione fessurata/non fessurata e il baricentro della sezione originale
t_z	Distanza tra il baricentro della sezione fessurata/non fessurata e il baricentro della sezione originale
x	Altezza della zona di compressione (posizione dell'asse neutro)
$1/r_{cs}$	Curvatura dovuta al ritiro
ϵ_{cs}	Deformazione di libero ritiro
α_e	Rapporto modulare efficace
S	Momento statico dell'armatura attorno al centroide della sezione trasformata
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto.
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
Uso γ_{lt}	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

2.1.1.13 Diagramma M-N- κ

Diagramma M-N- κ - SLU

Tipo	N [kN]	M_y [kNm]	κ [1e-4]	x_u [mm]	$\epsilon_{sup.}$ [1e-4]	$\sigma_{sup.}$ [MPa]	ϵ_{basso} [1e-4]	σ_{basso} [MPa]	EI_y [MNm ²]
Mc	-850,9	989,9	-57,5	348	-20,0	-16,7	21,5	391,3	172
Ms	-850,9	933,8	-52,9	353	-18,7	-15,6	19,6	391,3	176
Mu	-851,0	1250,6	-124,5	280	-34,8	-16,7	55,2	394,2	100
Md	-851,0	0,0	0,0	800	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Diagramma M-N- κ - effetti a breve termine

Tipo	N [kN]	M _y [kNm]	κ [1e-4]	X _u [mm]	$\epsilon_{sup.}$ [1e-4]	$\sigma_{sup.}$ [MPa]	ϵ_{basso} [1e-4]	σ_{basso} [MPa]	EI _y [MNm ²]
Mr	-111,0	160,0	-2,2	428	-0,9	-3,0	0,8	2,6	729
Mc	-111,1	745,8	-33,4	238	-7,9	-25,0	16,2	323,6	224
Ms	-111,0	1016,7	-46,5	239	-11,1	-25,0	22,5	450,0	219
Mu	-111,0	1338,6	-159,5	219	-35,0	-25,0	80,4	450,0	84
Md	-111,0	0,0	0,0	800	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Diagramma M-N- κ - effetti a lungo termine

Tipo	N [kN]	M _y [kNm]	κ [1e-4]	X _u [mm]	$\epsilon_{sup.}$ [1e-4]	$\sigma_{sup.}$ [MPa]	ϵ_{basso} [1e-4]	σ_{basso} [MPa]	EI _y [MNm ²]
Mr	-111,0	206,2	-6,5	423	-2,8	-2,9	2,5	2,6	316
Mc	-111,1	1172,3	-86,7	277	-24,0	-25,0	38,7	450,0	135
Ms	-111,0	923,8	-53,6	304	-16,3	-17,0	22,5	450,0	172
Mu	-111,0	1338,6	-159,5	219	-35,0	-25,0	80,4	450,0	84
Md	-111,0	0,0	0,0	800	0,0	0,0	0,0	0,0	0

Coefficiente di viscosità

Metodo di valutazione	h ₀ [mm]	A _c [mm ²]	u [mm]	t [d]	t ₀ [d]	t _s [d]	RH [%]	Uso γ_{tt}	$\varphi(t, t_0)$ [-]
Automatico	399	502017	2513	18250,0	28,0	7,0	65	No	2,02

	Il diagramma M-N- κ è calcolato solo per il momento flettente M _y . Le forze interne agenti sulla sezione contengono anche il momento flettente M _z , che non è preso in considerazione
	Il diagramma M-N- κ è calcolato solo per il momento flettente M _y . Le forze interne agenti sulla sezione contengono anche il momento flettente M _z , che non è preso in considerazione

Diagramma M-N- κ - SLU

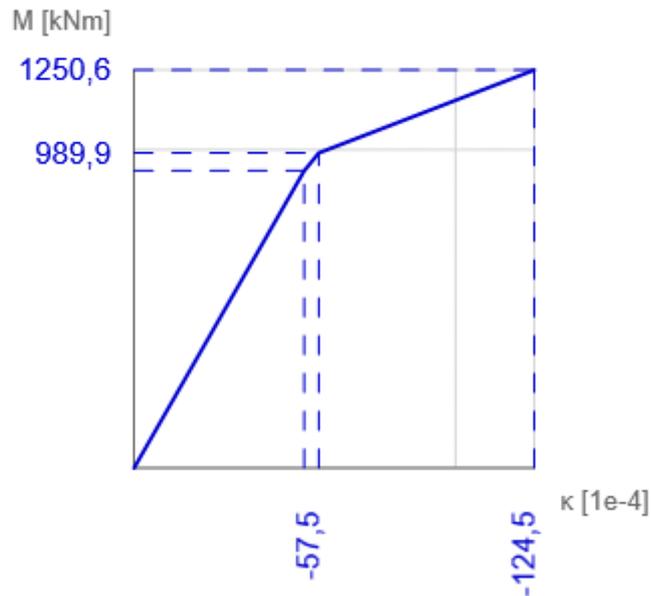
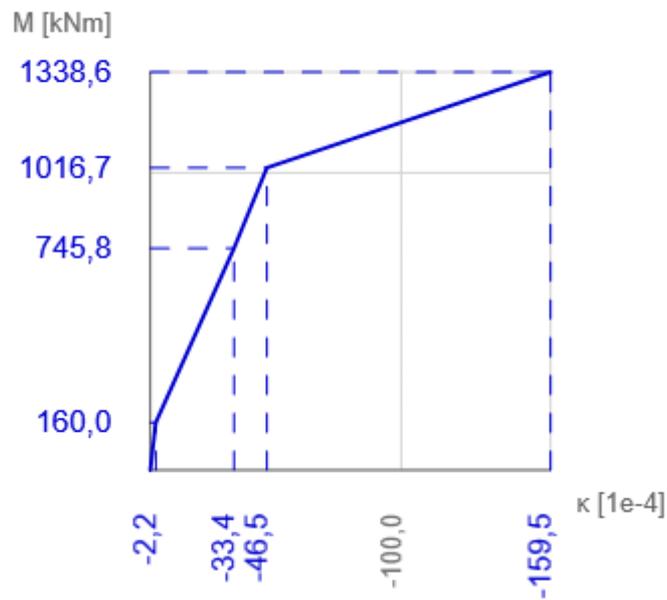
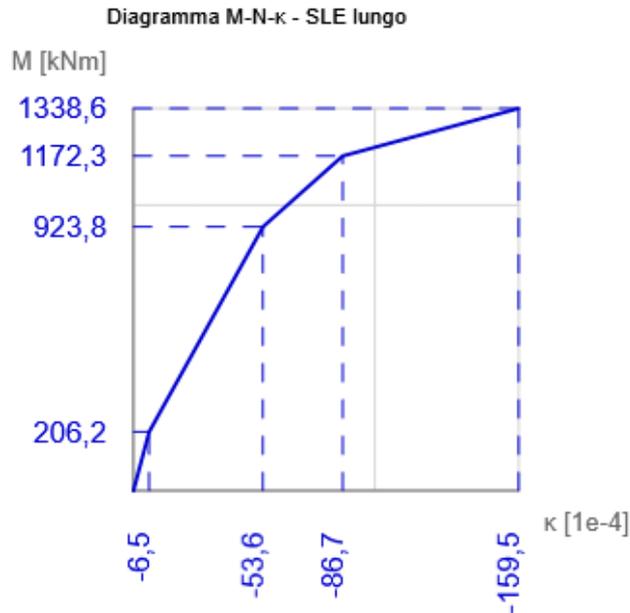


Diagramma M-N- κ - SLE breve




Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
Tipo	Punto del Diagramma M-N- κ che rappresenta uno dei momenti a flessione calcolati basato sui presupposti predefiniti: Mr, Ms, Mc, Mu
N	Forza normale agente per la combinazione appropriata fondamentale/quasi-permanente
M_y	Momento flettente attorno all'asse y per la combinazione appropriata fondamentale/quasi-permanente
κ	Curvatura calcolata
x_u	Altezza della zona di compressione (posizione dell'asse neutro)
$\epsilon_{sup.}$	Deformazione nella fibra estrema compressa del calcestruzzo, calcolata nella direzione del momento flettente M_y
$\sigma_{sup.}$	Sforzo nella fibra estrema compressa del calcestruzzo, calcolato nella direzione del momento flettente M_y
ϵ_{basso}	Deformazione nella fibra estrema tesa del calcestruzzo, calcolata nella direzione del momento flettente M_y , per il punto esaminato Mr del diagramma M-N- κ . Rappresenta la deformazione massima nell'armatura a trazione nel caso di altri punti del diaframma M
σ_{basso}	Sforzo nella fibra estrema tesa del calcestruzzo, calcolata nella direzione del momento flettente M_y , per il punto esaminato Mr del diagramma M-N- κ . Rappresenta il massimo sforzo nell'armatura a trazione nel caso di altri punti del diaframma M-N- κ .
EI_y	Rigidezza flessionale attorno all'asse y
h_0	La misura teorica = $2A_c / u$, dove A_c è l'area della sezione del calcestruzzo e u è il perimetro della parte esposta a essiccamento
A_c	Area sezione del calcestruzzo
u	Il perimetro della parte esposta a essiccamento
t	Età del calcestruzzo nel momento considerato
t_0	Età del calcestruzzo al momento dell'applicazione del carico
t_s	L'età del calcestruzzo all'inizio del ritiro da essiccamento (o del rigonfiamento) in giorni. Normalmente avviene alla fine dei trattamenti successivi al getto.
RH	è il fattore che tiene conto dell'umidità relativa
Usò γ_{lt}	Si usa il fattore di valutazione della deformazione a lungo termine secondo gli Annessi B, par. B.105 (103)
$\varphi(t, t_0)$	Valore calcolato del coefficiente di viscosità

3 Lista degli Elementi di Progetto

Elemento di progetto M 1

Tipo elemento	Elemento Compresso
Classe di Esposizione	X0
Umidità relativa	65 %
Φ_{inf}	Calcolato
Importanza dell'elemento strutturale	Maggiore

Imperfezioni, 2° ordine

L	3,00 m
Luce di calcolo	sec. appoggi

Vincoli alle estremità dell'elemento compresso

Direzione	y^{\perp}	z^{\perp}
Fine	Cerniera	Cerniera
Inizio	Cerniera	Cerniera

Imperfezione geometrica

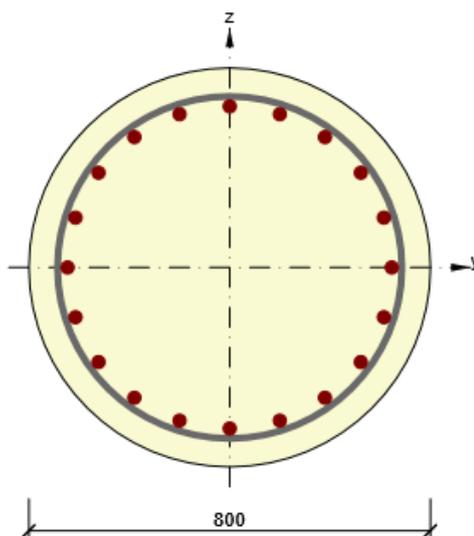
Uso per SLU	No
Uso per SLE	No
Direzione delle imperfezioni	Dalle impostazioni del codice

Effetti del secondo ordine

Analisi degli effetti del secondo ordine	No
--	----

4 Lista delle Sezioni Armate

Sezione Armata R 1



Componenti della sezione

Sezione circolare (Diametro 800mm), Materiale: C25/30

Caratteristiche della sezione

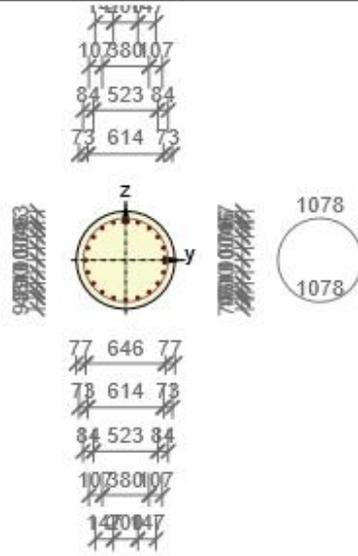
RELAZIONE DI CALCOLO PLINTI E PALI DI FONDAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IN10	10	D26CL	SL 03 00 002	A	50 di 52

A [mm ²]	S _y [mm ³]	S _z [mm ³]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]	C _{gy} [mm]	C _{gz} [mm]	i _y [mm]	i _z [mm]
502017	0	0	20055212108	20055212108	0	0	200	200

Copriferro relativo ai bordi della sezione

Uniforme	50 mm
----------	-------



Armatura longitudinale [kg/m]	Armatura a taglio [kg/m]	Volume totale [kg/m]	Armatura / m ³ calcestruzzo [kg/m ³]
83	26	109	218

Armatura longitudinale

Ferro	Ø [mm]	Materiale	Y [mm]	Z [mm]
1	26	B 450C	323	0
2	26	B 450C	307	100
3	26	B 450C	261	190
4	26	B 450C	190	261
5	26	B 450C	100	307
6	26	B 450C	0	323
7	26	B 450C	-100	307
8	26	B 450C	-190	261
9	26	B 450C	-261	190
10	26	B 450C	-307	100
11	26	B 450C	-323	0
12	26	B 450C	-307	-100
13	26	B 450C	-261	-190
14	26	B 450C	-190	-261
15	26	B 450C	-100	-307
16	26	B 450C	0	-323
17	26	B 450C	100	-307
18	26	B 450C	190	-261
19	26	B 450C	261	-190
20	26	B 450C	307	-100

Staffe

Staffa	Ø [mm]	Materiale	Distanza [mm]	Chiuso	Verifica a Taglio	Verifica a Torsione	Diametro del mandrino
1	14	B 450C	100	Si	Si	Si	0,00

Staffa	Vertice	Y [mm]	Z [mm]
1	1	343	0
1	2	326	106
1	3	277	202
1	4	202	277
1	5	106	326
1	6	0	343
1	7	-106	326
1	8	-202	277
1	9	-277	202
1	10	-326	106
1	11	-343	0
1	12	-326	-106
1	13	-277	-202
1	14	-202	-277
1	15	-106	-326
1	16	0	-343
1	17	106	-326
1	18	202	-277
1	19	277	-202
1	20	326	-106
1	21	343	0

5 Lista dei materiali usati

Calcestruzzo

Nome	f_{ck} [MPa]	f_{cm} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	E_{cm} [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
C25/30	25,0	33,0	2,6	31475,8	0,20	2500
$\epsilon_{c2} = 20,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu2} = 35,0 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{c3} = 17,5 \cdot 10^{-4}$, $\epsilon_{cu3} = 35,0 \cdot 10^{-4}$, Esponente - n: 2,00, Dimensione aggregato = 16 mm, Classe Cemento: R (s = 0,20), Tipo di diagramma: Parabolico						

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
f_{ck}	Valore caratteristico della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo a 28 giorni
f_{cm}	Valore medio della resistenza a compressione cilindrica del calcestruzzo
f_{ctm}	Valore medio della resistenza a trazione assiale del calcestruzzo
E_{cm}	Modulo Secante di elasticità del calcestruzzo
ϵ_c	Deformazione compressione nel calcestruzzo alla tensione di picco f_c
ϵ_{cu}	Deformazione di contrazione ultima nel calcestruzzo

Acciaio Armatura Lenta

Nome	f_{yk} [MPa]	f_{tk} [MPa]	E [MPa]	μ [-]	Massa unitaria [kg/m ³]
B 450C	450,0	540,0	200000,0	0,20	7850
$f_{tk}/f_{yk} = 1,15, \epsilon_{uk} = 750,0 \text{ 1e-4}$, Tipo: Ferri, Superficie ferro: Nervato, Classe : C, Costruzione: Laminata a caldo, Tipo di diagramma: bilineare con braccio superiore inclinato					

Spiegazione

Simbolo	Spiegazione
f_{yk}	Valore caratteristico della tensione di snervamento dell'armatura
f_{tk}	Valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura
E	Modulo di elasticità dell'acciaio dell'armatura
ϵ_{uk}	Valore caratteristico della deformazione dell'armatura lenta o di precompressione al massimo carico