

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA

PROGETTO DEFINITIVO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA

INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI - Relazione di calcolo scale

SCALA:

-

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

I R 0 B 0 1 D 1 0 C L S L 0 1 0 0 0 0 3 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L. Dinelli 	Luglio 2020	S. Paoloni 	Luglio 2020	T. Paoletti 	Luglio 2020	L. Berardi Luglio 2020

File : IROB.01.D.10.CL.SL01.0.0.003.A.doc

n. Elab.:

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	2 di 72

Indice

1	PREMESSA	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
2.1	NORMATIVA	8
2.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	9
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI.....	10
3.1	CALCESTRUZZO	10
3.2	ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE	11
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	11
5	CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	13
6	SEZIONE MURI AD U	16
6.1	GEOMETRIA E DATI DI INPUT.....	16
6.2	MODELLO DI CALCOLO	17
6.3	ANALISI DEI CARICHI.....	20
6.3.1	<i>PESO PROPRIO (DEAD)</i>	20
6.3.2	<i>SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM)</i>	20
6.3.3	<i>BALLAST (BALLAST)</i>	20
6.3.4	<i>SPINTA DEL TERRENO (SPTSX/SPTDX)</i>	20
6.3.5	<i>SPINTA ORIZZONTALE FALDA</i>	21
6.3.6	<i>SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE</i>	21
6.3.7	<i>CARICHI VARIABILI</i>	21
6.3.8	<i>SOVRACCARICO ACCIDENTALE SULLA SOLETTA DI FONDO</i>	23
6.3.9	<i>FRENATURA E AVVIAMENTO</i>	24
6.3.10	<i>AZIONI CLIMATICHE</i>	24
6.3.11	<i>AZIONI SISMICHE</i>	24

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	3 di 72

7	CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI	27
7.1.1	CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI.....	27
7.1.2	COMBINAZIONI DI CARICO PER SEZIONI DI VERIFICA	28
7.1.3	COMBINAZIONI DI CARICO PER GLI STATI LIMITE CONSIDERATI	31
8	VERIFICHE STR.....	32
8.1.1	PIEDRITTO.....	34
8.1.2	SOLETTA INFERIORE.....	42
8.2	VERIFICHE GEO	49
9	RAMPE SCALE E PIANEROTTOLI	56
9.1	ANALISI DEI CARICHI RAMPA.....	56
9.2	ANALISI DEI CARICHI PIANEROTTOLO.....	62
10	SOLETTA DI COPERTURA	67
11	INCIDENZE.....	72

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	4 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Potenziamento della linea Foligno–Terontola", rientrano gli interventi di semplificazione e velocizzazione ed upgrade tecnologico presso la stazione di Assisi. Le attività prevedono la velocizzazione degli itinerari in deviata, l'adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione e dei relativi sottopassi pedonali e l'upgrading tecnologico dell'impianto esistente ACEI in un più moderno apparato ACC.

Il Programma di Esercizio fornito come input di base dalla Committenza prevede interventi di semplificazione e velocizzazione dell'impianto. In particolare sono previste le seguenti lavorazioni:

- Sostituzione delle comunicazioni esistenti a 30 km/h con comunicazioni a 60 km/h
- Realizzazione di tronchini di indipendenza per i binari di precedenza
- Adeguamento a STI dei marciapiedi di stazione
- Costruzione nuovo sottopasso pedonale

Per la stazione di Assisi è inoltre previsto, come detto in precedenza, l'upgrade tecnologico dell'attuale apparato (con ACC telecomandabile) e conseguente riconfigurazione del Posto Centrale.

L'inizio dell'intervento è previsto alla progressiva Km 14+800 circa e termina alla progressiva Km 16+450 circa.

E' prevista la modifica dell'attuale PRG di stazione allo schematico comunicato dal Cliente, la realizzazione di un nuovo sottopasso e dei collegamenti perdonali (rampe scale ed ascensori), innalzamento dei due marciapiedi esistenti ad H=55cm. Inoltre, verrà prevista la realizzazione di un nuovo sottopasso pedonale in aggiunta a quello esistente.

Entrambi i marciapiedi verranno dotati di due nuove pensiline ferroviarie in continuità a quelle esistenti a copertura del nuovo sottopasso.

A tal proposito, si evidenzia che per quanto riguarda il marciapiede ad isola, per il soddisfacimento del Programma di Esercizio anzidetto, si viene a determinare un ampliamento di circa 2m della banchina lato III binario. Per quanto riguarda la pensilina attuale prevista sul marciapiede del II e III binario si è deciso, d'intesa con la DTP RFI, di non intervenire sull'ampliamento della pensilina esistente su detta banchina, in virtù del vincolo presente da parte della sovrintendenza BBCC sul fabbricato viaggiatori.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	5 di 72

Verrà previsto un nuovo Fabbricato Tecnologico per ospitare la cabina ACC, i locali tecnologici e la Cabina MT/BT, quest'ultima necessaria per una migliore gestione dei carichi elettrici presenti in stazione.

Saranno previsti inoltre, dal punto di vista impiantistico:

- illuminazione punte scambi;
- impianti RED;
- illuminazione scale, sottopasso, banchine
- impianti IaP e DS

Tra le opere che interessano la stazione di Assisi c'è il sottopasso di attraversamento dei binari che è costituito da una struttura scatolare in cemento armato varato a spinta .

La presente relazione riporta le analisi e le verifiche delle strutture che costituiscono le rampe di accesso al sottopasso di stazione, queste sono realizzate mediante solette e pianerottoli in cemento armato all'interno di muri ad U. Gli scavi provvisori sono eseguiti all'interno di paratie oggetto di specifiche relazione, le rampe delle scale sono ordite nella direzione longitudinale della rampa e poggiano su setti intermedi per cui l'analisi dei muri ad U è svolta in ipotesi di assenza di contrasto interno.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	6 di 72

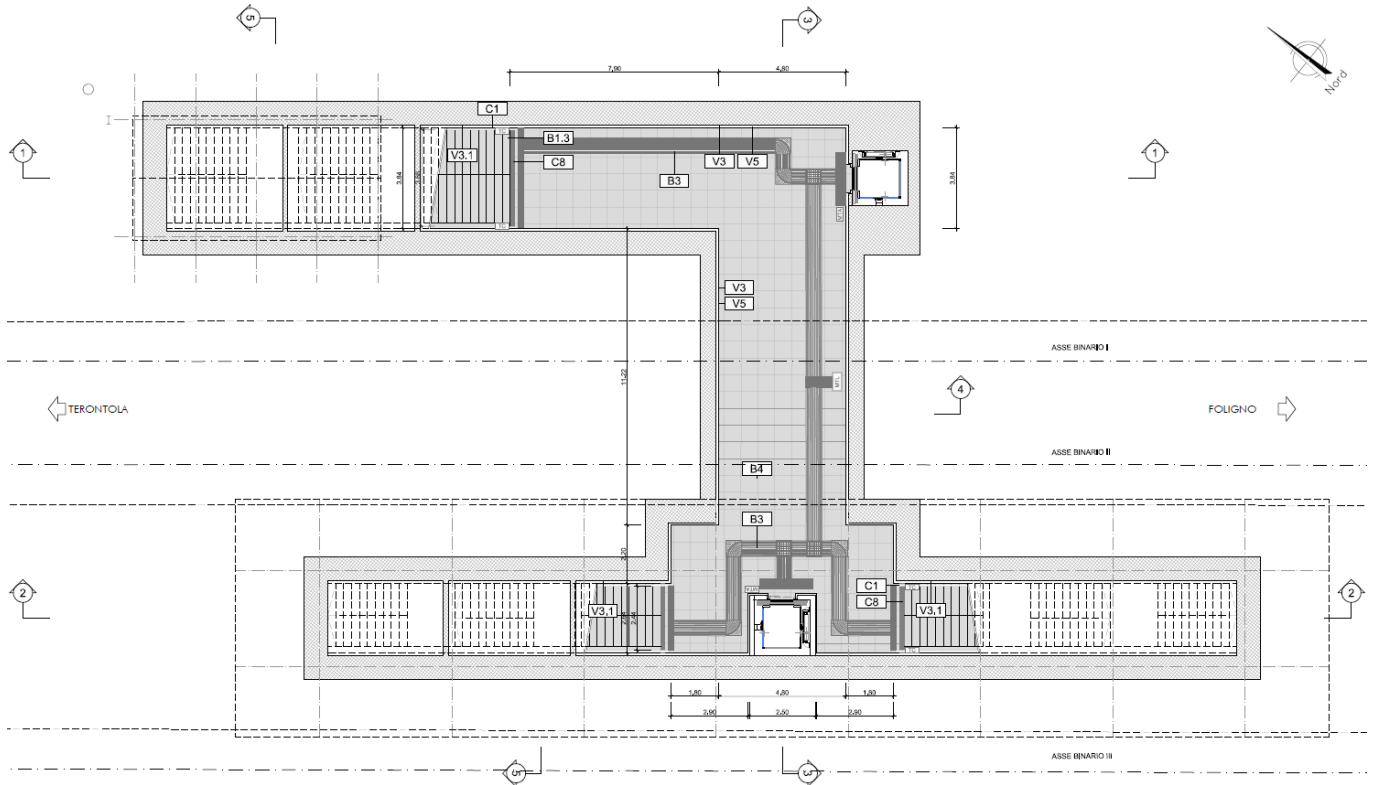


Figura 1 – Planimetria

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	7 di 72

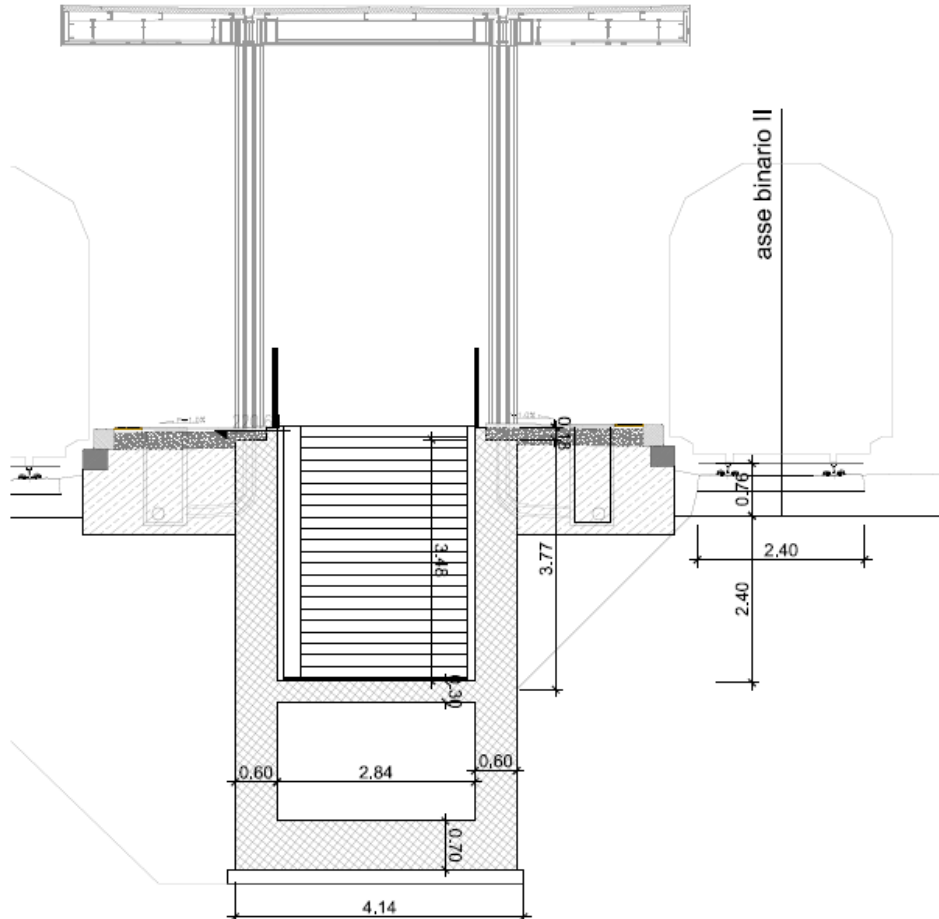



Figura 2 – Sezione trasversale

	PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI					
SOTTOPASSI E SOTTOVIA NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI - Relazione di calcolo scale	COMMESSA IR0B	LOTTO 01	CODIFICA D10	DOCUMENTO CL SL0100 003	REV. A	FOGLIO 8 di 72

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normativa**

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le seguenti normative.

- Legge 5-1-1971 n° 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica”;
- Legge. 2 febbraio 1974, n. 64. Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 ” Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”;
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- 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
- Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1

Si è tenuto inoltre conto dei seguenti documenti:

- UNI EN 1990 – Aprile 2006: Eurocodice: Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1 – Agosto 2004: Eurocodice 1 – Parte 1-1: Azioni in generale – Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi variabili.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	10 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI STRUTTURALI

3.1 CALCESTRUZZO

Elevazione

Classe di resistenza = C32/40

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

R_{ck} = resistenza cubica = 40.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = $0.83 \cdot R_{ck} = 33.2$ N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8 = 41.2$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 3.10$ N/mm²

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 \cdot f_{ctm} = 3.72$ N/mm²

f_{cfk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 \cdot f_{cfm} = 2.60$ N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e $0.40f_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33642.8$ N/mm²

Classe minima di consistenza S4

Classe di esposizione XC4

Copriferro 40 mm

Fondazione

Classe di resistenza = C28/35

γ_c = peso specifico = 25.00 kN/m³

R_{ck} = resistenza cubica = 35.00 N/mm²

f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = $0.83 \cdot R_{ck} = 29.05$ N/mm²

f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8 = 37.05$ N/mm²

f_{ctm} = resistenza a trazione media = $0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.83$ N/mm²

f_{cfm} = resistenza a traz. per flessione media = $1.20 \cdot f_{ctm} = 3.40$ N/mm²

f_{cfk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = $0.70 \cdot f_{cfm} = 2.38$ N/mm²

E_{cm} = modulo elast. tra 0 e $0.40f_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 32588.11$ N/mm²

Classe minima di consistenza S4

Classe di esposizione XC2

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	11 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

Copriferro 40 mm

3.2 ACCIAIO DI ARMATURA – BARRE

Tipo = B 450 C

γ_a = peso specifico = 78.50 kN/m³

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

$\emptyset < 12$ mm → 4 \emptyset ;

$12 \leq \emptyset \leq 16$ mm → 5 \emptyset ;

$16 < \emptyset \leq 25$ mm → 8 \emptyset ;

$25 < \emptyset \leq 40$ mm → 10 \emptyset .

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Dal punto di vista geotecnico le unità geotecniche individuate sono le seguenti:

- R: materiale di riporto/rilevato ferroviario esistente
- Als: Spessore variabile tra 6.0 e 12.0 m ca.; composizione variabile da argilla limosa a sabbia limosa. Per tale strato, si dispone di 8 prove NSPT, di 7 campioni rimaneggiati e di 2 campioni indisturbati sottoposti a prove di laboratorio. L'unità rappresenta la porzione più superficiale delle litofacies bb2 e bb3.
- Gs: composizione variabile da sabbia limosa a ghiaia sabbiosa; rappresenta la litofacies geologica bb1.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	12 di 72

- Al: argilla limosa a profondità superiori di 15 m; rappresenta la litofacies geologica bb3.

L'interpretazione delle prove in sito e di laboratorio ha condotto alla definizione dei seguenti valori dei parametri meccanici per i terreni tipo individuati:

Unità	γ	ϕ'	c'	c_u	E_{op}	k
	kN/m ³	(°)	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(m/s)
Als	19.5	25÷28	0 ÷ 5	25 ÷ 75	8 ÷ 14	1E-05 ÷ 1E-06
Gs	20.0	31÷35	0	-	25 ÷ 35	1E-04 ÷ 1E-05
Al	19.5	25÷28	5 ÷ 10	50 ÷ 100	19÷ 25	1E-06

La stratigrafia è stata dedotta in base ai risultati del sondaggio S3 situato proprio in corrispondenza del futuro sottopasso.



Figura 3 - Ubicazione indagini di fase PD - Google Earth

I dati della falda libera indicano un livello piezometrico che si attesta a circa 10.0 m dal piano campagna.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	13 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

strato	profondità da	profondità a
	m da pc	m da pc
R	0	2.0
Als	2.0	8.0
Gs	8.0	17.0
Al	17.0	19.5
Gs	19.5	24.5
Al	24.5	28.5
Gs	28.5	-

Tabella 1 - Stratigrafia di calcolo Materiali in sito.

Dal punto di vista sismico il terreno è classificato di tipo C.

5 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La determinazione dell'azione sismica è stata svolta sulla base della normativa vigente con l'utilizzo del software freeware di geostru "Parametri Sismci". Tale software in funzione delle coordinate del sito, della vita utile e della categoria di sottosuolo fornisce i parametri sismici necessari alla definizione delle azioni sismiche.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	14 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Sito in esame.

latitudine: 43,060062 [°]

longitudine: 12,586150 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	23185	43,080940	12,531700	4995,2
Sito 2	23186	43,081480	12,600190	2640,6
Sito 3	23408	43,031490	12,600910	3395,9
Sito 4	23407	43,030940	12,532470	5432,7

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	15 di 72

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,070	2,416	0,270
Danno (SLD)	63	50	0,092	2,348	0,277
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,224	2,405	0,309
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,285	2,427	0,319

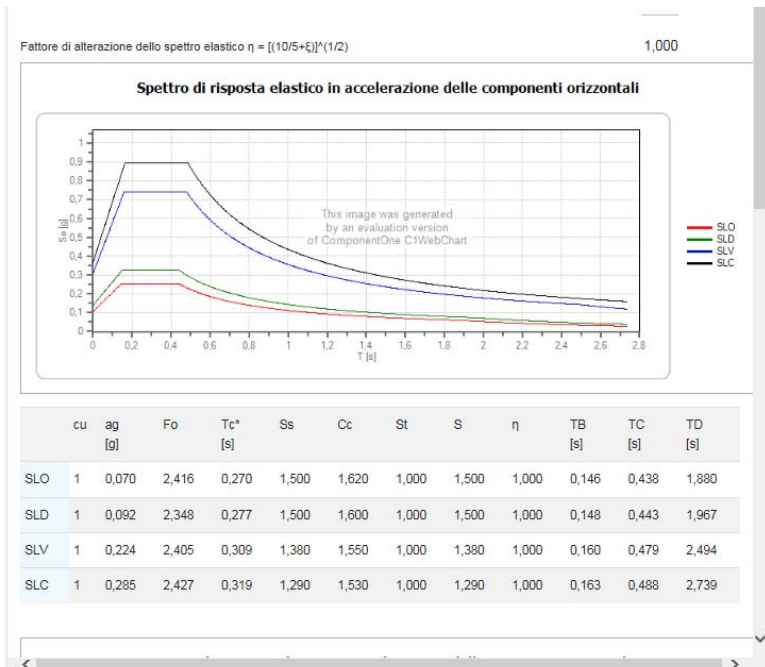
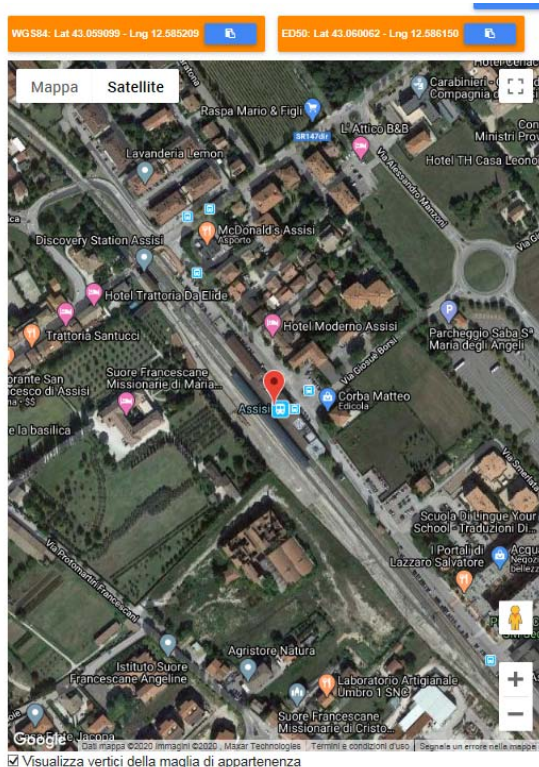
Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,620	1,000	0,000	--	1,031	--
SLD	1,500	1,600	1,000	0,065	0,032	1,350	0,470
SLV	1,380	1,550	1,000	0,117	0,059	3,025	0,380
SLC	1,290	1,530	1,000	0,000	--	3,603	--

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	16 di 72



6 SEZIONE MURI AD U

6.1 GEOMETRIA E DATI DI INPUT

Si procede al dimensionamento della struttura ad U delle rampe scale facendo riferimento ad una struttura piana che descrive una striscia larga 1.00 m ipotizzando a favore di sicurezza nullo il contrasto tra le pareti verticali offerto dalle rampe scale. Lo spessore dei piedritti è 60 cm e del solettone di fondo è 70 cm. Poiché l'opera ricade in zona sismica, saranno applicate le azioni di rito previste dalla norma così come riportato nei capitoli successivi.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	17 di 72

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

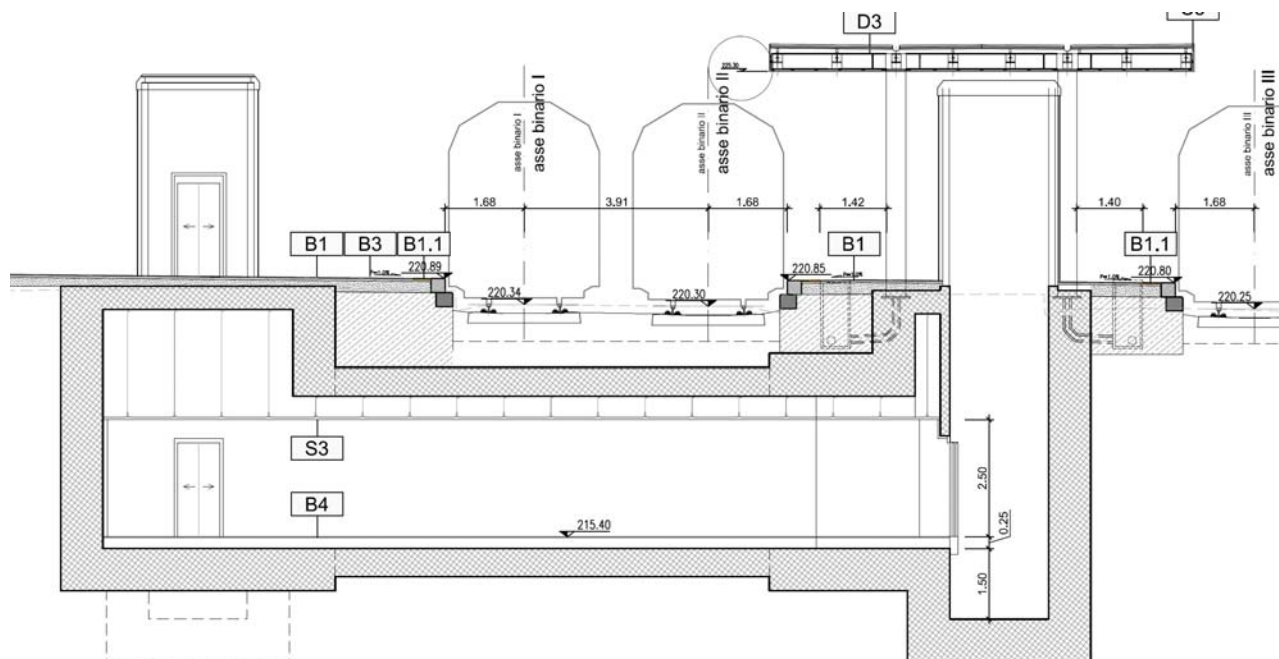


Figura 4 – Sezione longitudinale

Caratteristiche geometriche :

dati di input

h (m)	5.65	altezza netta interna
l (m)	2.85	larghezza netta interna
b (m)	1	profondità striscia di telaio
s _i (m)	0.7	spessore soletta inferiore
s _p (m)	0.7	spessore piedritti

6.2 MODELLO DI CALCOLO

Come modello di calcolo (si vedano le Figure successive) si è assunto lo schema statico di telaio chiuso analizzato attraverso un'analisi elastico – lineare attraverso il programma di calcolo agli Elementi Finiti SAP2000 v.22.0.0 della Computers and Structures.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	18 di 72

La mesh (si vedano le Figure seguenti) è composta da 13 beam elements e da 13 nodi. Tale telaio viene descritto attraverso le linee d'asse delle singole membrature e, pertanto, le aste del modello avranno lunghezza pari alla dimensione netta interna maggiorate della metà degli spessori delle aste adiacenti.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.

rigidezza molle

E (kN/m ²)	25000	modulo di Young terreno di fondazione
b_t (m)	4.25	dimensione trasversale dell'opera
b_l (m)	1	dimensione longitudinale dell'opera
k_s (kN/m ³)	13086	costante di sottofondo (formulazione di Vogt)
k_1 (kN/m)	4515	rigidezza molle centrali
k_2 (kN/m)	12367	rigidezza molle spigolo
k_3 (kN/m)	6772	rigidezza molle laterali

La soletta inferiore viene divisa in 10 elementi per poter schematizzare, tramite le molle applicate, l'interazione terreno – struttura.

Considerando un numero fisso e pari ad 11 di molle elastiche, la caratteristica elastica della generica molla viene calcolata attraverso la formulazione di Vogt:

$$k_s = \frac{1.33 \cdot E}{\sqrt[3]{b_t^2 \cdot b_l}} \text{ dove:}$$

k_s = costante di sottofondo [F/L³]

b_t = dimensione trasversale dell'opera

b_l = dimensione longitudinale dell'opera

E = modulo di Young del terreno di fondazione

Nella presente relazione si adotta un modulo di reazione verticale

$$k_s = 13086 \text{ kN/m}^3$$

Con questo valore si ricavano i valori delle singole molle, ottenendo per le 5 molle centrali un valore di:

$$k_{\text{centrale}} = k_s \cdot (L_p/2 + L_{\text{int}} + L_p/2)/10$$

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	19 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

$K_7, \dots, K_{11} = 4515 \text{ kN/m}$

I valori delle molle di spigolo si ottengono con la seguente formulazione:

$$K_1 = K_3 = 2 \cdot k_s \cdot [(L_p/2 + L_{int} + L_p/2)/10/2 + (L_p/2)] = 12367 \text{ kN/m}$$

ed infine in valori delle molle nei nodi 5, 6, 12 e 13 come da letteratura si assumono:

$$K_5 = K_6 = K_{12} = K_{13} = 1.5 \cdot k_{centrale} = 6772 \text{ kN/m}$$

Agli effetti delle caratteristiche geometriche delle varie aste si è quindi assunto:

- una sezione rettangolare $b \times h = 1.00 \times 0.70 \text{ m}$ per la soletta di fondazione
- una sezione rettangolare $b \times h = 1.00 \times 0.60 \text{ m}$ per i piedritti

Per le aste del reticolo si è assunto:

$$E_{cm} = 22000 \cdot [f_{cm}/10]^{0.3} = 33642.8 \text{ N/mm}^2 \text{ – modulo elastico del calcestruzzo (} R_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2 \text{)}$$

Lo schema statico della struttura e la relativa numerazione dei nodi e delle aste sono riportati nelle figure di seguito.

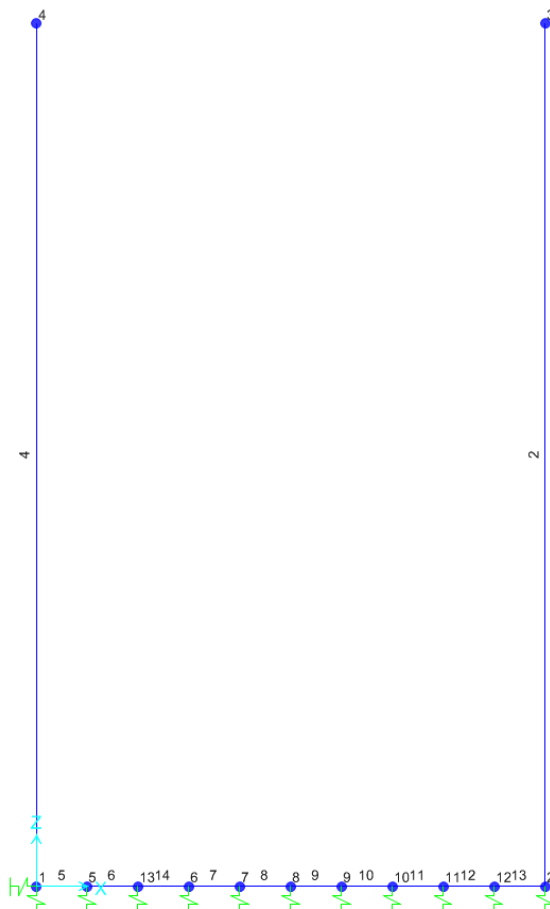


Figura 5 – Numerazione dei nodi e delle aste.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	20 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

6.3 ANALISI DEI CARICHI

6.3.1 PESO PROPRIO (DEAD)

Il peso proprio è stato considerato ponendo il peso dell'unità di volume del calcestruzzo armato pari a $\gamma = 25.00 \text{ kN/m}^3$.

6.3.2 SOVRACCARICO PERMANENTE (PERM)

Sul solettone inferiore si considera che scarichi la rampa delle scale avente uno spessore di 0.30 m con $\gamma_r = 20.00 \text{ kN/m}^3$.

6.3.3 BALLAST (BALLAST)

Assente.

6.3.4 SPINTA DEL TERRENO (SPTSX/SPTDX)

La spinta del terreno viene considerata in regime di spinta a riposo del terreno in sito con:

γ_t (kN/m ³)	19.5	peso di volume terreno ai lati
ϕ' (°)	25	angolo di attrito terreno ai lati
k_0	0.577	coefficiente di spinta a riposo

Tali parametri si traducono ad un diagramma di pressioni trapezoidale ($p = k_0 \cdot \gamma \cdot z$) da applicare sui piedritti dello scatolare con valori di:

p_1 (kN/m ²)	0.00	pressione all'estradosso soletta superiore
p_2 (kN/m ²)	0.00	pressione in asse soletta superiore
p_3 (kN/m ²)	67.55	pressione in asse soletta inferiore
p_4 (kN/m ²)	71.60	pressione all'intradosso soletta inferiore

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1 e 4 (per la SPTSX) e 2 e 3 (per la SPTDX), la parte di spinta del terreno esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

$F_{1,2}$ (kN/m)	0.00	forza concentrata semispessore soletta superiore
$F_{3,4}$ (kN/m)	24.35	forza concentrata semispessore soletta inferiore

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	21 di 72

6.3.5 SPINTA ORIZZONTALE FALDA

Assente.

6.3.6 SOTTOSPINTA IDRAULICA SU SOLETTA INFERIORE

Assente.

6.3.7 CARICHI VARIABILI

A monte della parete di sinistra si considera l'azione del treno in esercizio, mentre in destra l'azione più sfavorevole è data dai mezzi meccanici assunti come un carico uniformemente distribuito di 10 kN/mq agente al livello del piano campagna.

Il carico ferroviario è valutato per una larghezza di diffusione funzione della distanza del binario dal muro del vano scala più vicino secondo lo schema in figura.

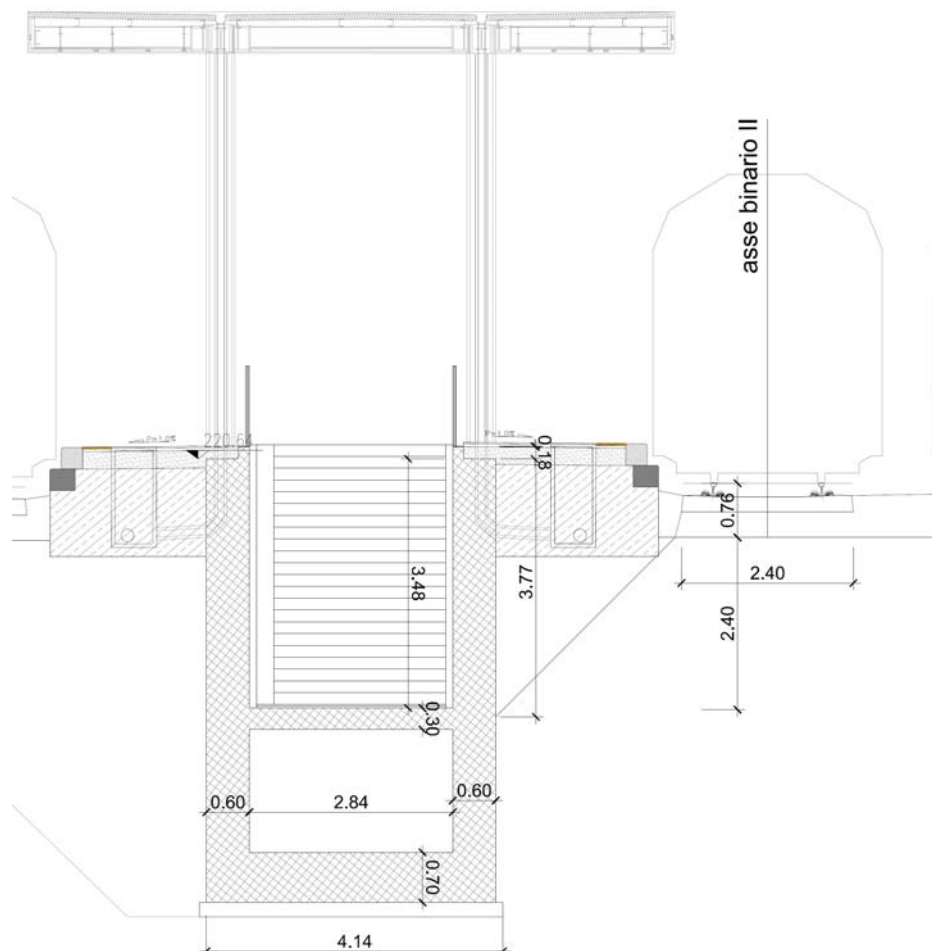


Figura 6 – Larghezza di diffusione del carico

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	22 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

Il modello di carico LM71 è costituito dalla presenza del locomotore con gli assi da 250 kN disposti ad interasse longitudinale pari ad 1.60 m e da un carico distribuito di 80 kN/m. Il coefficiente di adattamento α è pari a 1.1.

$$Q_{vk} = 250 \text{ kN}$$

$$q_{vk} = 80 \text{ kN/m}$$

$$\alpha = 1.1$$

Il carico complessivo Q agente su una striscia di lunghezza unitaria vale pertanto, incrementato del coefficiente dinamico e diviso sulla larghezza di diffusione trasversale:

q_{eq} (kN/m)	156.25	carico distribuito equivalente 4 assi
a	1.10	coefficiente adattamento
Φ	1.35	coefficiente incremento dinamico
q (kN/m)	232.03	$q = q_{eq} \cdot \alpha \cdot \Phi$
L_d (m)	7.59	larghezza di diffusione
q/L_d (kN/m ²)	30.59	

6.3.7.1 SOVRACCARICO ACCIDENTALE SUL RILEVATO (SPACCSX/SPACCDX)

Il carico accidentale ferroviario sul rilevato a ridosso del piedritto ha intensità pari al treno di carico ripartito su una L_d che tiene conto delle diffusioni prima indicate, a favore di sicurezza si applica per l'intera altezza delle pareti:

L_d (m)	7.59	larghezza di diffusione
q (kN/m)	171.88	$q = q_{eq} \cdot \alpha$
q/L_d (kN/m ²)	22.66	
Δp_{acc} (kN/m ²)	13.08	

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1 e 4 (per la SPACCSX) e 2 e 3 (per la SPACCDX), la parte di sovrappinta dei carichi esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

$\Delta F_{1,2,acc}$ (kN/m)	0.00	ΔF dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta superiore
$\Delta F_{3,4,acc}$ (kN/m)	4.58	ΔF dovuto al sovrac. accidentale semispessore soletta inferiore

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	23 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

Sulla parete di sinistra si considera la sovra spinta associata al sovraccarico accidentale della folla compatta:

SPACCDX

q (kN/m) **10.00**

Δp_{acc} (kN/m²) 5.77

$\Delta F_{1,2,acc}$ (kN/m) 0.00

$\Delta F_{3,4,acc}$ (kN/m) 2.02

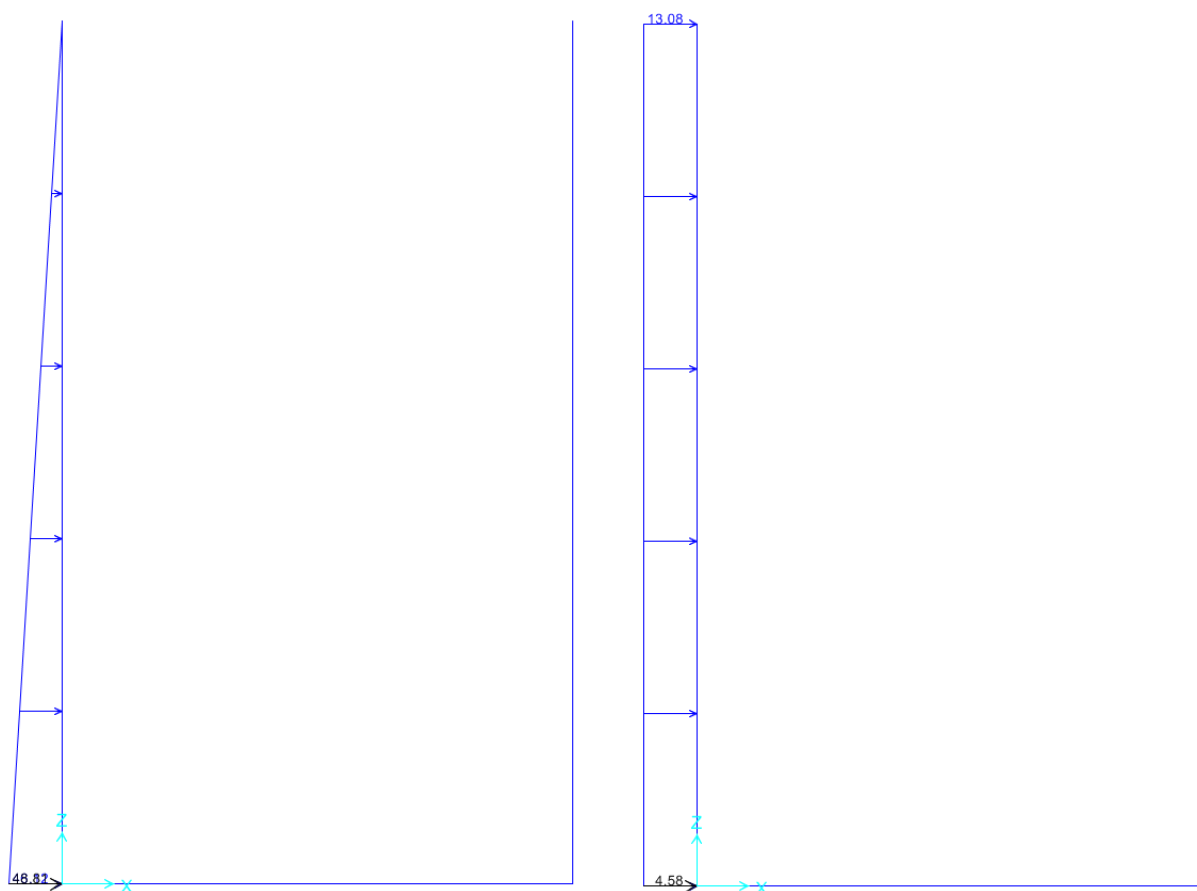


Figura 7 – Spinta delle terre e sovra spinta associata al sovraccarico accidentale sulla parete destra

6.3.8 SOVRACCARICO ACCIDENTALE SULLA SOLETTA DI FONDO

Si applica alle rampe delle scale il sovraccarico accidentale associato alla folla compatta e si ripartisce sulla soletta di fondo in funzione dell'interasse dei setti di appoggio delle rampe.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	24 di 72

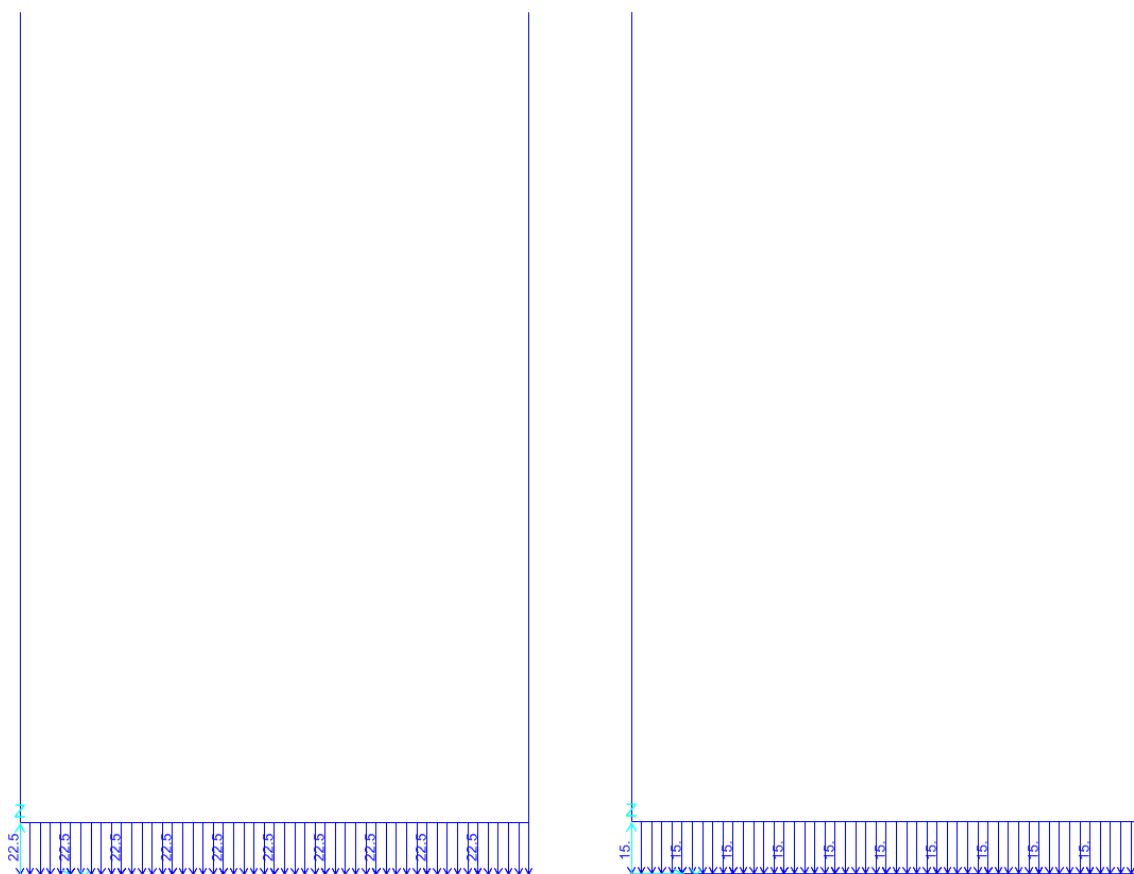


Figura 8 – Sovraccarico permanente ed accidentale trasmesso dalle rampe scale

6.3.9 FRENATURA E AVVIAMENTO

Assente

6.3.10 AZIONI CLIMATICHE

Si considera una variazione termica uniforme $\Delta T = 15.00^{\circ}\text{C}$ sulla soletta superiore e sui piedritti, adottando per il coefficiente di dilatazione termica un valore $\alpha = 10 \times 10^{-6}$.

Si trascurano gli effetti del ritiro in una struttura isostatica.

6.3.11 AZIONI SISMICHE

In ottemperanza al D.M. del 17.01.2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni), le verifiche sono state condotte con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Il rispetto degli stati limite si considera conseguito quando:

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	25 di 72

- nei confronti degli stati limite di esercizio siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di Danno;
- nei confronti degli stati limite ultimi siano rispettate le verifiche relative allo Stato Limite di salvaguardia della Vita.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l'opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie per la funzione che l'opera deve espletare nella sua vita utile, è significativo calcolare lo Stato Limite di Danno (SLD) per l'esercizio e lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) per lo stato limite ultimo.


In merito alle opere scatolari di cui trattasi, nel rispetto del punto §7.9.2. delle NTC, assimilando l'opera scatolare alla categoria delle spalle da ponte, rientrando tra le opere che si muovono con il terreno (§ 7.9.2.1), si può ritenere che la struttura debba mantenere sotto l'azione sismica il comportamento elastico; queste categorie di opere che si muovono con il terreno non subiscono le amplificazioni dell'accelerazione del suolo.

Per la definizione dell'azione sismica, occorre definire il periodo di riferimento P_{VR} in funzione dello stato limite considerato:

- la vita nominale (V_N) dell'opera.
- la classe d'uso.
- il periodo di riferimento (V_R) per l'azione sismica, data la vita nominale e la classe d'uso.

dati sisma

V_N (anni)	50.00	vita nominale
C_U	1.00	coefficiente d'uso (classe d'uso II)
V_R (anni)	50.00	periodo di riferimento
SLV		
P_{VR}	0.10	probabilità di superamento
T_R (anni)	475	tempo di ritorno per SLV
$a_g(g)$	0.224	accelerazione su sito riferimento rigido
$F_0 (-)$	2.405	
$T_C^* (s)$	0.309	
S_S	1.380	coefficiente amplificazione stratigrafica (cat. C)
S_T	1.00	coefficiente amplificazione topografica (cat. T1)
$a_{max}(g)$	0.31	$a_{max}(g) = S_S S_T a_g(g)$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI</p>					
<p>SOTTOPASSI E SOTTOVIA</p> <p>NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI - Relazione di calcolo scale</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IR0B</p>	<p>LOTTO</p> <p>01</p>	<p>CODIFICA</p> <p>D10</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>CL SL0100 003</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>26 di 72</p>

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

I valori dei coefficienti sismici orizzontali k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \frac{a_{\max}}{g}; \quad k_v = \pm 0.50 \cdot k_h$$

dove

$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$ accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità;

Essendo lo scatolare una struttura che non ammette spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume il valore unitario.

Pertanto, i due coefficienti sismici valgono:

β_m	1.00
k_h	0.31 coefficiente sismico orizzontale
k_v	0.15 coefficiente sismico verticale

6.3.11.1 SPINTA DELLE TERRE IN FASE SISMICA (SPSSX)

Le spinte delle terre, considerando lo scatolare una struttura rigida e priva di spostamenti (par. 7.11.6.2.1 D.M. 17.01.18), sono calcolate in regime di spinta a riposo che comporta il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni; l'incremento dinamico di spinta del terreno può essere calcolato attraverso la trattazione di Wood valida per pareti che accettano piccoli spostamenti:

$$\Delta F_E = S \cdot a_g / g \cdot \gamma \cdot h_{\text{tot}}^2$$

e va a sommarsi alle condizioni statiche valutate in condizioni di spinta a riposo.

Il punto di applicazione della spinta che interessa lo scatolare è posto $h/2$. Essendo ΔF_E la risultante globale, ed il diagramma di spinta di tipo rettangolare, è immediato ricavare la quota parte della spinta che agisce sul piedritto dello scatolare.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	27 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**
 h (m) 6.35 altezza

 Δp_E (kN/m²) 38.28 incremento sismico di pressione (secondo Wood) per SLV

Oltre ai carichi suddetti viene aggiunta, come carico concentrato nei nodi 1 e 4, la parte di sovraspinta esercitata su 1/2 spessore della soletta superiore e su 1/2 spessore della soletta inferiore.

 $\Delta F_{1,2,E}$ (kN/m) 0.00 ΔF dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta superiore per SLV

 $\Delta F_{3,4,E}$ (kN/m) 13.40 ΔF dovuto all'incremento sismico di pressione semispessore soletta inferiore per SLV

6.3.11.2 SOVRASPINTA ORIZZONTALE FALDA IN CONDIZIONI SISMICHE

Assente.

6.3.11.3 FORZE SISMICHE ORIZZONTALI (SISMAH)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche orizzontali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti ed applicate nei rispettivi baricentri.

 F_3 (kN/m²) 4.64 inerzia orizzontale piedritti per SLV

6.3.11.4 FORZE SISMICHE VERTICALI (SISMAV)

L'azione sismica è rappresentata da un insieme di forze statiche verticali, date dal prodotto delle forze di gravità per i coefficienti sismici in precedenza definiti, di cui la componente verticale è considerata agente verso l'alto o verso il basso, in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli.

 F_3 (kN/m²) 2.32 inerzia verticale piedritti per SLV

7 CARICHI ELEMENTARI E LORO COMBINAZIONI

7.1.1 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI

DEAD	PESO PROPRIO
PERM	CARICHI PERMANENTI
SPTSX/SPTDX	SPINTA DEL TERRENO SU PIEDRITTI
ACC	CARICHI VARIABILI VERTICALI SU OPERA (treni di carico)

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	28 di 72

SPACCSX/ SPACCDX	SPINTA CARICHI VARIABILI SU PIEDRITTI (treni di carico)
TERM	VARIAZIONI TERMICHE
SPSSX	SOVRASPINTA SISMICA
SISMAH	AZIONI SISMICHE ORIZZONTALI
SISMAV	AZIONI SISMICHE VERTICALI

7.1.2 COMBINAZIONI DI CARICO PER SEZIONI DI VERIFICA

Si riportano di seguito i coefficienti parziali utilizzati nelle combinazioni agli SLU, SLE e SLUS relativamente ad ogni sezione di verifica scelta in accordo con le tabelle 5.2.IV, 5.2.V, 5.2.VI e 5.2.VII delle DM2018.

Dall'analisi agli elementi finiti del modello di calcolo, in ogni sezione di verifica sono ricavate le sollecitazioni delle condizioni di carico elementari tutte valutate con coefficienti parziali unitari.

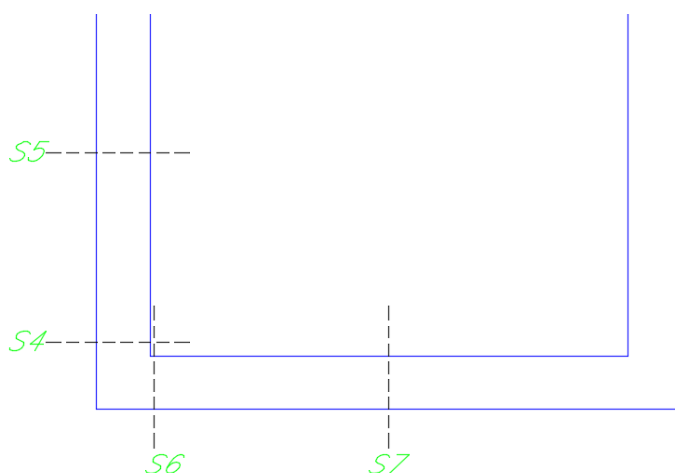


Figura 9 – Sezioni di verifica.

Nell'ipotesi di analisi elatico-lineare le condizioni geotecniche (M2) e quelle di carico sismico SLV sono stimate attraverso l'utilizzo dei coefficienti amplificativi:

$k_{M1}/k_{M2} = 1.22$ coefficiente di scambio M1/M2

$k_A/k_0 = 0.65$ per SLU sisma con A2 + M2 (se si utilizza k_A)

che corrispondono rispettivamente:

- al rapporto fra i coefficienti di spinta a riposo nella condizione M1 e M2;
- al rapporto fra spinta attiva e in quiete se si utilizza la spinta attiva in fase sismica (altrimenti = 1);

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	29 di 72

7.1.2.1 PIEDRITTI
INCASTRO INFERIORE SINISTRO (S4)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0 (sis)$	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

MEZZERIA PIEDRITTO SINISTRO (S5)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0 (sis)$	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	30 di 72

SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

7.1.2.2 SOLETTA INFERIORE

INCASTRO SINISTRO (S6)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0 (sis)$	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1.35	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

MEZZERIA (S7)

	$\gamma (A1)$	$\gamma (A2)$	$\gamma (Asis)$	$\gamma (M1)$	$\gamma (M2)$	$k_A/k_0 (sis)$	SLV/SLD	ψ_0	ψ_1	ψ_2
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PERM	1.5	1.3	1	1	1	1	1	1	1	1
SPTSX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
SPTDX	1	1	1	1	1.22	1	1	1	1	1
ACC	1.45	1.25	0.2	1	1	1	1	1	0.8	0
SPACCSX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0
SPACCDX	1.45	1.25	0.2	1	1.22	1	1	1	0.8	0

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	31 di 72

TERMU	1.5	1.3	0	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5
RITIRO	1.2	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SPSSX	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAV	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0
SISMAH	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0

7.1.3 COMBINAZIONI DI CARICO PER GLI STATI LIMITE CONSIDERATI

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 delle DM2018.

Gli stati limite ultimi delle opere interrato si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso, determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno, e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono l'opera.

Le verifiche agli stati limite ultimi devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)

collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

- SLU di tipo strutturale (STR)

raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

Le verifiche possono essere condotte secondo l'approccio progettuale Approccio 1, utilizzando i coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 5.1.V delle DM2018 per i parametri geotecnici e le azioni.


combinazione 1 → (A1+M1+R1) → generalmente dimensionante per STR

combinazione 2 → (A2+M2+R2) → generalmente dimensionante per GEO (carico limite)

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

$$\text{STR)} \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad (\Phi_d' = \Phi_k')$$

$$\text{GEO)} \quad \gamma_{G1} \cdot G1 + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki} \quad (\text{spinte } \Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\phi))$$

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>PROGETTO DEFINITIVO POTENZIAMENTO DELLA LINEA FOLIGNO-TERONTOLA INTERVENTI DI SEMPLIFICAZIONE E VELOCIZZAZIONE SUL PRG DELLA STAZIONE DI ASSISI</p>					
<p>SOTTOPASSI E SOTTOVIA NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI - Relazione di calcolo scale</p>	<p>COMMESSA IR0B</p>	<p>LOTTO 01</p>	<p>CODIFICA D10</p>	<p>DOCUMENTO CL SL0100 003</p>	<p>REV. A</p>	<p>FOGLIO 32 di 72</p>

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni e fessurazione) si definiscono le seguenti combinazioni:

Rara) $G1+G2 +Q_{k1}+\sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$

Ai fini delle verifiche degli stati limite di esercizio (tensioni) si definiscono le seguenti combinazioni:

Quasi permanente) $G1+G2 +\psi_{21} \cdot Q_{k1}+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

Per la condizione sismica, le combinazioni per gli stati limite da prendere in considerazione sono le seguenti:

STR) $E+G1+G2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ ($\Phi_d' = \Phi_k'$)

GEO) $E+G1+G2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$ (spinte $\Phi_d' = \tan^{-1}(\tan \Phi_k' / \gamma_\Phi)$)

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$G1+G2+\sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

I valori del coefficiente ψ_{2i} sono quelli riportati nella tabella 2.5.I della norma; la stessa propone, nel caso di ponti, di assumere per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0.2$.

8 VERIFICHE STR

A partire dalle sollecitazioni di output dovute ai singoli casi di carico, si sono determinate le sollecitazioni agenti nelle sezioni di verifica attraverso un foglio di calcolo Excel che si riporta in allegato.

Si riportano di seguito le verifiche nelle condizioni di SLE ed SLU condotte con il software RC-SEC della Geostru.

Per le verifiche a fessurazione, in riferimento a quanto indicato nella EN206, per il caso in esame si identifica una classe di esposizione XC4, che corrisponde a condizioni ambientali aggressive.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	33 di 72

4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e ad agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente ad agenti antigelo e al gelo Zone di strutture marine soggette a spruzzi ed esposte al gelo
6 Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della EN 206-1	Suoli naturali e acqua del terreno

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

A vantaggio di sicurezza si effettuano le verifiche considerando anche le combinazioni rare, ponendo come limite il valore $w_1=0.2\text{mm}$.

La massime tensioni (RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – par. 1.8.3.2.1) di compressione del calcestruzzo per tutte le combinazioni di carico SLE, risulta sempre inferiore a $\sigma_c < 0.40 f_{ck} = 13.28 \text{ MPa}$.

La massime tensioni (RFI DTC INC PO SP IFS 001 A – par. 1.8.3.2.1) di trazione nell'acciaio per tutte le combinazioni di carico SLE risulta sempre inferiore a $\sigma_s < 0.75 f_{yk} = 337.5 \text{ MPa}$.

Com'è possibile osservare da quanto riportato nei paragrafi seguenti, tutte le verifiche risultano tutte soddisfatte.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	34 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

8.1.1 PIEDRITTO

8.1.1.1 NODO CON SOLETTA INFERIORE

OutputCase	P	V2	M3
Text	kN	kN	kNm
DEAD	-84.7	0.0	0.0
PERM	0.0	0.0	0.0
SPTSX	0.0	-122.7	231.1
SPTDX	0.0	0.0	0.0
ACC	0.0	0.0	0.0
SPACCSX	0.0	-73.9	208.8
SPACCDX	0.0	0.0	0.0
TERMU	0.0	0.0	0.0
SPSSX	0.0	-216.3	611.0
SISMAV	-15.3	0.0	0.0
SISMAH	0.0	-30.6	86.4

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S4				
PIEDRITTO APPOGGIO INFERIORE SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	114.4	-272.8	614.7
SLU	A2+M2	84.7	-263.0	601.7
SLU	SLV	89.3	-415.0	1031.0
SLE	RARA	84.7	-196.6	439.8
SLE	FESS. RARA	84.7	-181.8	398.1
SLE	Q.PERM.	84.7	-122.7	231.1

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritti

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	Sezione generica
Tipologia sezione:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicità:	In zona critica
Posizione sezione nell'asta:	

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO -	Classe: C32/40	
	Resis. compr. di calcolo fcd :	181.33 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd' :	90.67 daN/cm ²

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	35 di 72

Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm: 30.24 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 192.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 144.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	60.00
3	50.00	60.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	5.80	26
2	45.00	5.80	26
3	-45.00	54.20	20
4	45.00	54.20	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

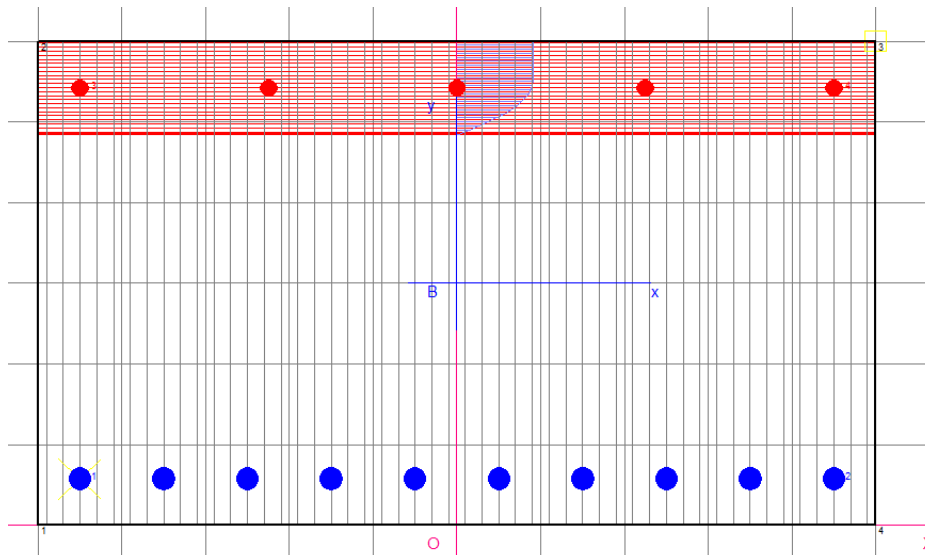
N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	8	26
2	3	4	3	20

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	36 di 72



ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	11438	61466	0	-27279	0
2	8473	60167	0	-26299	0
3	8930	103096	0	-41495	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	8473	43984	0
2	8473	39808	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	8473	23106	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.7 cm

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	37 di 72

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	11438	61466	0	11430	107523	0	1.746
2	S	8473	60167	0	8451	106932	0	1.774
3	S	8930	103096	0	8923	107026	0	1.038

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00429	50.0	60.0	0.00174	45.0	54.2	-0.01292	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.00439	50.0	60.0	0.00172	45.0	54.2	-0.01313	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.00437	50.0	60.0	0.00172	45.0	54.2	-0.01310	-45.0	5.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000302945	-0.014676704		
2	0.000000000	0.000306841	-0.014910467		
3	0.000000000	0.000306230	-0.014873799		

ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	10 mm	
Passo staffe:	15.0 cm	[Passo massimo di normativa = 24.0]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	10.5 cm ² /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.4]

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiez. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso
Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	38 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

Teta E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Acw Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Afst Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm²/m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	27279	154108	49971	54.2	100.0	21.80°	1.011	5.7
2	S	26299	153692	49971	54.2	100.0	21.80°	1.008	5.5
3	S	41495	153757	49971	54.2	100.0	21.80°	1.008	8.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
 Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
 Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
 Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
 K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
 Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	76.7	-50.0	60.0	-1682	35.0	5.8	1900	162	0.141	0.150
2	S	69.6	-50.0	60.0	-1516	35.0	5.8	1900	162	0.140	0.119

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	40.9	-50.0	60.0	-851	35.0	5.8	1850	160	0.138	0.046

8.1.1.2 MEZZERIA

OutputCase	P	V2	M3
Text	kN	kN	kNm
DEAD	-42.4	0.0	0.0
PERM	0.0	0.0	0.0
SPTSX	0.0	-30.7	28.9
SPTDX	0.0	0.0	0.0
ACC	0.0	0.0	0.0
SPACCSX	0.0	-37.0	52.2
SPACCDX	0.0	0.0	0.0
TERMU	0.0	0.0	0.0
SPSSX	0.0	-108.1	152.7
SISMAV	-7.6	0.0	0.0
SISMAH	0.0	-15.3	21.6

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S5

PIEDRITTO MEZZERIA	P	V2	M3
	kN	kN	kNm

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	39 di 72

SLU	A1+M1	57.2	-30.7	28.9
SLU	A2+M2	42.4	-37.5	35.3
SLU	SLV	44.7	-160.9	209.7
SLE	RARA	42.4	-30.7	28.9
SLE	FESS. RARA	42.4	-30.7	28.9
SLE	Q.PERM.	42.4	-30.7	28.9

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: piedritti_CORR

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di calcolo fcd : 181.33 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 90.67 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 333458 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 30.24 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 192.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 144.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. fyk : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura ftk : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo fyd : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo ftd : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo Epu : 0.068
 Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	60.00
3	50.00	60.00
4	50.00	0.00

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	40 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

DATI BARRE ISOLATE

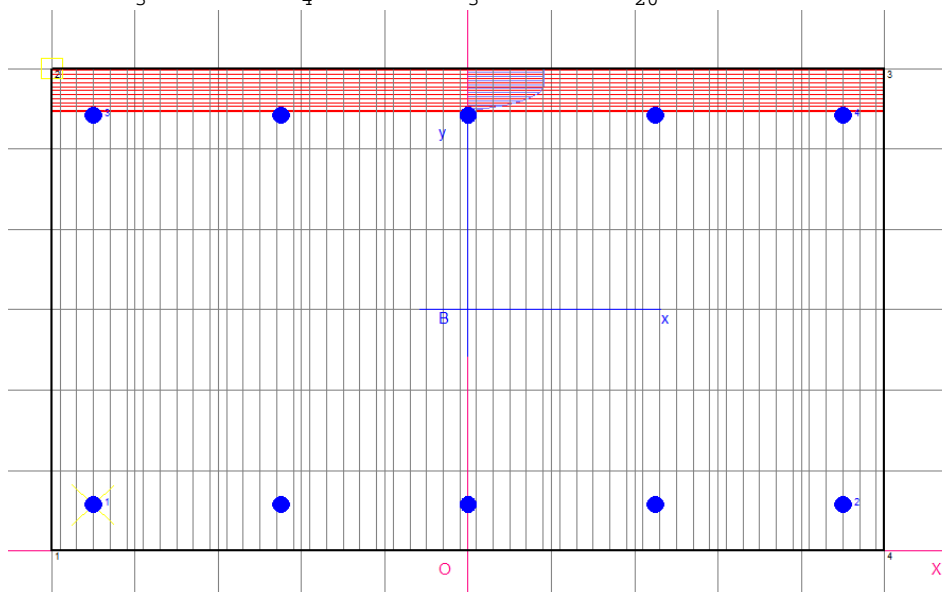
N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
 Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
 Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	5.80	20
2	45.00	5.80	20
3	-45.00	54.20	20
4	45.00	54.20	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	3	20
2	3	4	3	20



ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	5719	2888	0	10	0
2	4236	3532	0	10	0
3	4465	20966	0	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	41 di 72

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	4236	2888	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	4236	2888	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	5719	2888	0	5712	35966	0	12.452
2	S	4236	3532	0	4235	35618	0	10.085
3	S	4465	20966	0	4481	35676	0	1.702

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01315	-50.0	60.0	-0.00026	-45.0	54.2	-0.03160	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.01327	-50.0	60.0	-0.00028	-45.0	54.2	-0.03185	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.01325	-50.0	60.0	-0.00028	-45.0	54.2	-0.03181	-45.0	5.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	42 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000647632	-0.035357930		
2	0.000000000	0.000652216	-0.035632946		
3	0.000000000	0.000651452	-0.035587110		

verifica a taglio

h	600 mm	Rck	40
d	542 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	yc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.607		
k	1.607	As	5 Φ 20.0
Asl	1571 mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0029		
ρ_1	0.003	Vrd	222.8 kN
vmin	0.411	Ved	160.93 KN
vmin·bw·d	222764 N		
Vrd	222764 N	VERIFICATO	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm²]
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm²]
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di conglomerato [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess. Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3 Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess. Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.8	-50.0	60.0	-245	22.5	5.8	1827	283	0.152	0.024

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	7.8	-50.0	60.0	-245	22.5	5.8	1827	283	0.152	0.024

8.1.2 SOLETTA INFERIORE

8.1.2.1 NODO CON PIEDRITTO

OutputCase	P	V2	M3
Text	kN	kN	kNm
DEAD	0.0	54.6	-15.6

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	43 di 72

PERM	0.0	-6.4	2.9
SPTSX	0.0	50.4	261.6
SPTDX	-187.2	-47.6	14.3
ACC	0.0	-4.3	2.0
SPACCSX	0.0	42.9	222.6
SPACCDX	-36.6	-17.9	5.4
TERMU	0.0	0.0	0.0
SPSSX	0.0	125.4	651.4
SISMAV	0.0	10.7	-3.2
SISMAH	32.5	34.5	87.0

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S6				
SOLETTA INFERIORE APPOGGIO SINISTRO		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	187.2	140.4	676.4
SLU	A2+M2	228.9	109.8	668.3
SLU	SLV	196.4	224.3	1117.0
SLE	RARA	187.2	89.5	487.8
SLE	FESS. RARA	187.2	81.8	442.9
SLE	Q.PERM.	187.2	51.0	263.2

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: fondazione

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Poco aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
 Resis. compr. di calcolo fcd : 158.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta fcd' : 79.30 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza ec2 : 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec : 323080 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione fctm : 28.80 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 168.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	44 di 72

Sc Limite : 126.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
Resist. caratt. snervam. fyk: 4500.0 daN/cm²
Resist. caratt. rottura ftk: 5400.0 daN/cm²
Resist. snerv. di calcolo fyd: 3913.0 daN/cm²
Resist. ultima di calcolo ftd: 4500.0 daN/cm²
Deform. ultima di calcolo Epu: 0.068
Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm²
Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²
Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	70.00
3	50.00	70.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-45.00	5.80	24
2	45.00	5.80	24
3	-45.00	64.20	20
4	45.00	64.20	20

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

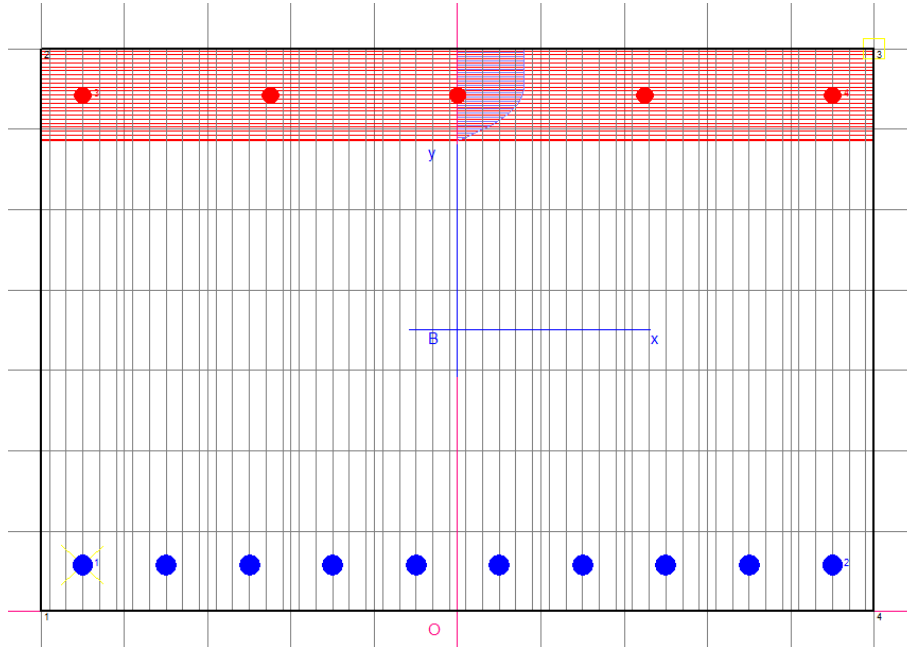
N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	2	8	24
2	3	4	3	20

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	45 di 72

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale



ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	18717	67639	0	10	0
2	22888	66827	0	10	0
3	19642	111702	0	10	0
4	18717	24177	0	10	0
5	22888	31423	0	10	0
6	26134	-4337	0	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	18717	48777	0
2	18717	44286	0
3	18717	24803	0
4	18717	24650	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	46 di 72

1	18717	26323	0
2	18717	24038	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.8 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata							
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)							
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia							
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)							
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia							
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia							
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000							

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	18717	67639	0	18691	113703	0	1.676
2	S	22888	66827	0	22890	114726	0	1.711
3	S	19642	111702	0	19631	113933	0	1.020
4	S	18717	24177	0	18691	113703	0	4.633
5	S	22888	31423	0	22890	114726	0	3.604
6	S	26134	-4337	0	26145	-48674	0	13.040

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione									
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace									
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)									
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)									
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)									
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)									
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)									
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)									
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)									
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)									

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00566	50.0	70.0	0.00173	45.0	64.2	-0.01611	-45.0	5.8
2	0.00350	-0.00548	50.0	70.0	0.00176	45.0	64.2	-0.01572	-45.0	5.8
3	0.00350	-0.00562	50.0	70.0	0.00174	45.0	64.2	-0.01602	-45.0	5.8
4	0.00350	-0.00566	50.0	70.0	0.00173	45.0	64.2	-0.01611	-45.0	5.8
5	0.00350	-0.00548	50.0	70.0	0.00176	45.0	64.2	-0.01572	-45.0	5.8
6	0.00350	-0.01380	-50.0	0.0	0.00016	-45.0	5.8	-0.03352	-45.0	64.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,0 gen.				
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,0 gen.				
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,0 gen.				
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)				
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue				

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000305473	-0.017883081		
2	0.000000000	0.000299350	-0.017454501		
3	0.000000000	0.000304119	-0.017788343		
4	0.000000000	0.000305473	-0.017883081		
5	0.000000000	0.000299350	-0.017454501		
6	0.000000000	-0.000576671	0.003500000		

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	47 di 72

verifica a taglio

h	700 mm	Rck	40
d	641 mm	fck	33.2
bw	1000 mm	γc	1.5
$1+(200/d)^{0,5}$	1.559		
k	1.559	As	10 Φ 24.0
Asl	4524 mm ²		
Asl/(bw·d)	0.0071		
ρ1	0.007	Vrd	343.1 kN
vmin	0.392	Ved	224.33 KN
vmin·bw·d	251530 N		
Vrd	343057 N	VERIFICATO	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	69.1	-50.0	70.0	-1712	35.0	5.8	2235	188	0.161	0.150
2	S	63.0	-50.0	70.0	-1538	35.0	5.8	2235	188	0.160	0.110
3	S	36.2	-50.0	70.0	-785	35.0	5.8	2200	185	0.156	0.049
4	S	36.0	50.0	70.0	-779	-15.0	5.8	2200	185	0.156	0.049

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	38.3	-50.0	70.0	-844	35.0	5.8	2200	185	0.156	0.053
2	S	35.2	-50.0	70.0	-756	35.0	5.8	2200	185	0.155	0.047

8.1.2.2 MEZZERIA

OutputCase	P	V2	M3
Text	kN	kN	kNm
DEAD	0.0	4.3	-44.1
PERM	0.0	1.5	11.5
SPTSX	0.0	95.0	137.6
SPTDX	-187.2	-94.5	135.5
ACC	0.0	1.0	7.7
SPACCSX	0.0	80.8	117.0
SPACCDX	-36.6	-35.5	50.8

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	48 di 72

TERMU	0.0	0.0	0.0
SPSSX	0.0	236.5	342.5
SISMAV	0.0	0.6	-9.6
SISMAH	32.5	66.7	0.7

RIEPILOGO SOLLECITAZIONI S7				
SOLETTA INFERIORE MEZZERIA		P	V2	M3
		kN	kN	kNm
SLU	A1+M1	187.2	9.8	241.8
SLU	A2+M2	228.9	7.9	314.2
SLU	SLV	261.3	-296.6	-43.4
SLE	RARA	187.2	7.1	248.0
SLE	FESS. RARA	187.2	6.9	246.5
SLE	Q.PERM.	187.2	6.2	240.4

Essendo le sollecitazioni in mezzeria inferiori a quelle calcolate nella sezione di incastro con il piedritto si rimanda al paragrafo precedente per le verifiche della sezione.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	49 di 72

8.2 VERIFICHE GEO

Le verifiche sono state eseguite considerando i risultati dell'analisi strutturale condotta con il programma di calcolo SAP2000 ver. 22.0.0. In particolare, si sono considerate le reazioni delle molle in fondazione per ogni Load Case, combinandole attraverso i coefficienti relativi alle sezioni S6 e S7, con riferimento alla combinazione più gravosa tra A2 + M2 e SISMA SLV. La reazione totale è identica per entrambi i gruppi di coefficienti e, quindi, nel seguito si riporta solo quella che risulta dall'applicazione dei coefficienti relativi alla sezione S7. Le caratteristiche meccaniche del terreno in cui è fondata l'opera sono riassunte nella tabella seguente. Si precisa, inoltre, che si è assunta una profondità del piano di posa D pari alla distanza tra estradosso soletta superiore e intradosso soletta inferiore.

Unità	γ	ϕ'	c'	c_u
	kN/m ³	(°)	(kPa)	(kPa)
Als	19.5	25÷28	0 ÷ 5	25 ÷ 75

Tabella 2 – Stratigrafia del sito in esame.

Joint	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	2
OutputCase	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3
Text	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
DEAD	40.6	20.6	20.8	14.0	14.1	14.3	14.5	14.7	20.7	22.4	45.2
PERM	13.2	6.8	7.0	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	6.9	7.4	14.7
SPTSX	-50.4	-19.6	-8.7	-2.3	1.0	4.3	7.5	10.7	-14.0	20.8	50.6
SPTDX	47.6	19.3	9.8	3.3	0.1	-3.3	-6.7	-10.3	14.6	-21.1	-53.2
ACC	8.8	4.5	4.6	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	4.6	4.9	9.8
SPACCSX	-42.9	-16.7	-7.4	-2.0	0.9	3.7	6.4	9.1	-11.9	17.7	43.0
SPACCDX	17.9	7.2	3.7	1.2	0.0	-1.2	-2.5	-3.9	5.5	-7.9	-20.0
TERMU	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPSSX	-125.4	-48.8	-21.5	-5.8	2.6	10.8	18.8	26.7	-34.9	51.8	125.9
SISMAV	5.5	2.8	2.8	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.8	3.0	6.1
SISMAH	-34.5	-13.7	-6.5	-2.0	0.4	2.7	5.0	7.4	-10.1	14.7	36.5

A2+M2

α	γ (A1)	γ (M1)	ψ_0	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	
				kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
1	1.35	1	1	54.84	27.80	28.12	18.90	19.09	19.32	19.58	19.88	27.94	30.30	61.01

SOTTOPASSI E SOTTOVIA
**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	50 di 72

1	1.5	1	1	19.76	10.14	10.46	7.06	7.15	7.22	7.28	7.33	10.30	11.06	22.05	
1	1	1	1	-50.37	-19.62	-8.65	-2.31	1.05	4.33	7.54	10.71	-14.03	20.79	50.55	
1	1	1	1	47.57	19.29	9.81	3.33	0.06	-3.30	-6.75	-10.32	14.56	-21.05	-53.18	
1	1.45	1	1	12.74	6.54	6.74	4.55	4.61	4.65	4.69	4.73	6.64	7.13	14.21	
0	1.45	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1.45	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	1.5	1	0.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	0	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
				84.54	44.15	46.46	31.53	31.95	32.22	32.35	32.33	45.41	48.23	94.63	523.80

Tabella 3 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione A1 + M1.

SISMA SLV

α	γ (Asis)	γ (M2)	SLV/SLD	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	F3	
				kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
1	1	1	1	40.63	20.59	20.83	14.00	14.14	14.31	14.51	14.73	20.69	22.44	45.19	
1	1	1	1	13.18	6.76	6.97	4.71	4.77	4.81	4.85	4.89	6.87	7.38	14.70	
1	1	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	1	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	1	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	1	1.22	1	-61.59	-23.99	-10.58	-2.82	1.28	5.29	9.22	13.10	-17.15	25.43	61.82	
1	1	1.22	1	58.16	23.58	11.99	4.07	0.07	-4.03	-8.25	-12.62	17.81	-25.74	-65.03	
1	0.2	1	1	1.76	0.90	0.93	0.63	0.64	0.64	0.65	0.65	0.92	0.98	1.96	
0	0.2	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	0.2	1.22	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-1	0.2	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	0	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-1	0	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	0	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
-1	1	1	1	125.42	48.84	21.55	5.75	-2.61	-10.77	-18.78	-26.68	34.93	-51.78	-125.87	
0.3	1	1	1	1.64	0.83	0.83	0.56	0.56	0.57	0.58	0.59	0.83	0.90	1.82	
-1	1	1	1	34.46	13.69	6.50	1.98	-0.35	-2.68	-5.03	-7.40	10.06	-14.73	-36.51	
				213.65	91.21	59.01	28.87	18.50	8.14	-2.25	-12.75	74.95	-35.12	-101.93	342.30

Tabella 4 – Reazioni ai nodi della fondazione per la combinazione SISMA SLV.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	51 di 72

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = M_b/N$)

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = M_l/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

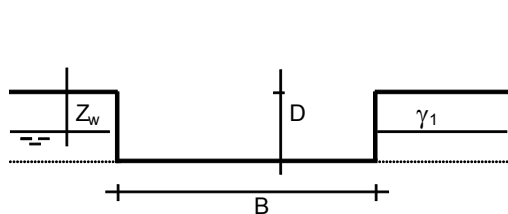
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

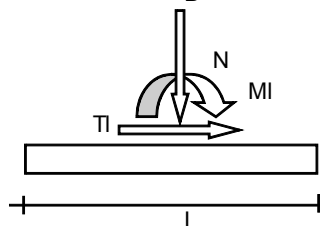
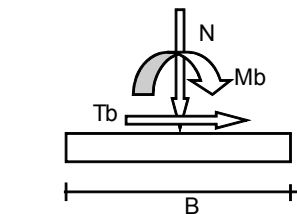
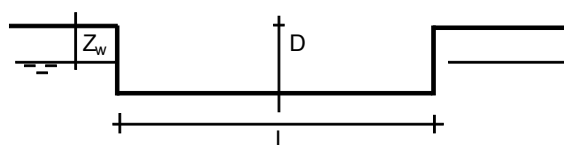
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.00
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni Ammissibili		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal Progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10



γ, c', φ'



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	52 di 72



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	523.80		523.80
Mb [kNm]	0.00		0.00
Ml [kNm]	0.00		0.00
Tb [kN]	0.00		0.00
Tl [kN]	0.00		0.00
H [kN]	0.00	0.00	0.00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19.50$ (kN/mc)
 $\gamma = 19.50$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\phi' = 25.00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0.00$ (kN/mq)
 $\phi' = 25.00$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 10.00$ (m)

$e_B = 0.00$ (m)

$e_L = 0.00$ (m)

$B^* = 4.15$ (m)

$L^* = 1.00$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 123.83$ (kN/mq)

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 18.30$ (kN/mc)

Nc, Nq, Ny : coefficienti di capacità portante

$Nq = \tan^2(45 + \phi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \phi')}$

$Nq = 10.66$

$Nc = (Nq - 1) / \tan \phi'$

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	53 di 72

$$N_c = 20.72$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 10.88$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1.00$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 1.00$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 0.00 \quad \theta = \arctg(T_b/T_I) = 0.00 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 0.00 \quad m = 2.00 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^m$$

(m=2 nel caso di fondazione nastroforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_q = 1.00$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 1.00$$

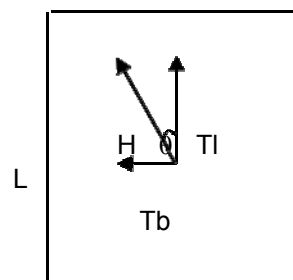
$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 1.00$$

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

per $D/B^* \leq 1$; $d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$



B

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	54 di 72

$$d_q = 1.44$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1.49$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1.00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1.00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1.00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1.00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0.00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1.00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1.00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1.00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 2000.38 \quad (\text{kN/m}^2)$$

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	55 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

Pressione massima agente

$$q = N / B * L *$$

$$q = 126.22 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / \gamma_R = 869.73 \geq q = 126.22 \quad (\text{kN/m}^2)$$

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	56 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

9 RAMPE SCALE E PIANEROTTOLI

La scala è costituita da rampe e pianerottoli, di spessore rispettivamente 20 cm e 30 cm.

Si effettua di seguito la verifica della rampa e del pianerottolo caratterizzati dalle sollecitazioni maggiori.

9.1 ANALISI DEI CARICHI RAMPA

La Tabella 5 e la Tabella 6 riportano i carichi agenti sulla rampa.

α (°)	27.83	inclinazione rampa sull'orizzontale
s (m)	0.2	spessore rampa
l (m)	3.3	luce rampa
b (m)	0.31	base gradino
h (m)	0.16	altezza gradino
A (m ²)	0.025	area gradino
h_{eq} (m)	0.071	altezza equivalente gradino

g_1 (kN/m)	5	permanenti strutturali
s_{fin} (m)	0.03	spessore pavimentazione
γ_{fin} (kN/m ³)	20	peso dell'unità di volume finitura
g_2 (kN/m)	2.38	permanenti portati (gradini + finitura)
q (kN/m ²)	5	variabile (folla compatta)

Tabella 5 – Azioni caratteristiche agenti sulla rampa.

γ_{G1}	1.3	coefficiente parziale permanente strutturale
γ_{G2}	1.5	coefficiente parziale permanente portato
γ_Q	1.5	coefficiente parziale variabile
ψ_1	0.7	coefficiente di combinazione frequente
ψ_2	0.6	coefficiente di combinazione quasi permanente

P_{SLU}	17.57	carico distribuito SLU
$P_{SLE, rara}$	12.38	carico distribuito SLE rara
$P_{SLE, freq}$	10.88	carico distribuito SLE frequente
$P_{SLE, qpe}$	10.38	carico distribuito SLE quasi permanente

Tabella 6 – Azioni di progetto agenti sulla rampa.

Le verifiche sono effettuate considerando un metro di profondità della rampa e assimilando quest'ultima a una trave appoggio – appoggio (trave inclinata) con luce massima di 3.30 m.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	57 di 72

Le sollecitazioni per trave inclinata con carico verticale uniformemente distribuito sono riportate nella Figura 10.

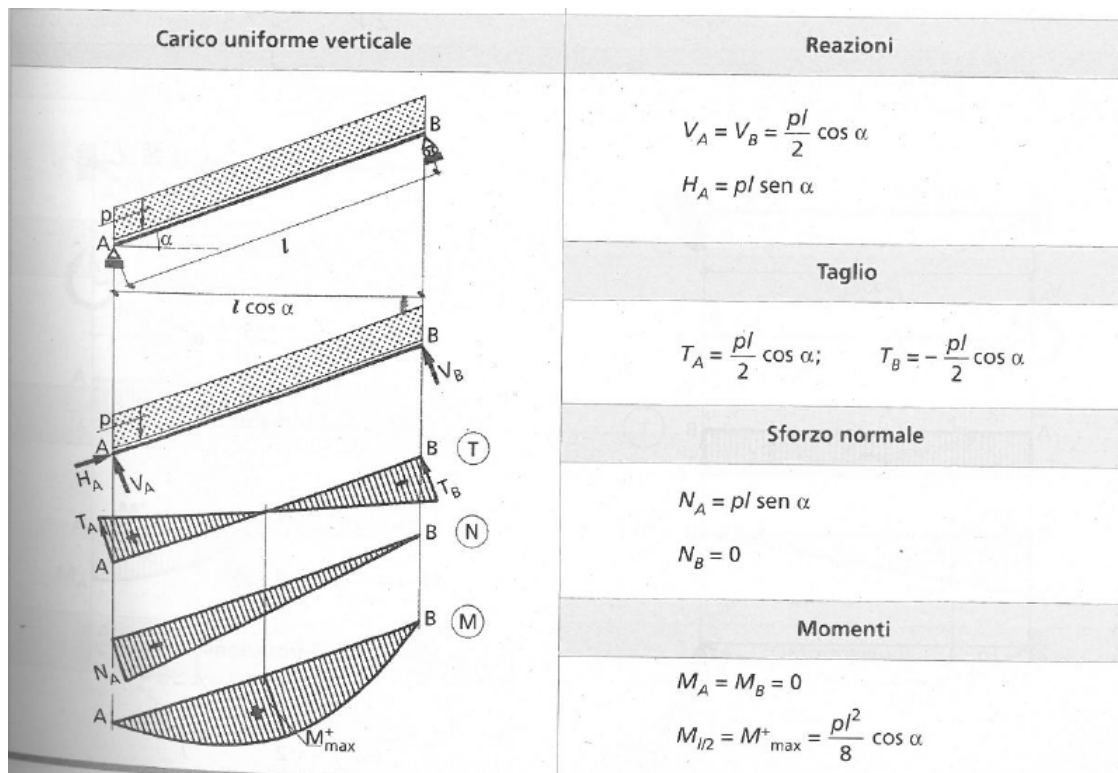


Figura 10 – Sollecitazioni per trave inclinata.

	SLU	SLE RAR	SLE FREQ	SLE QPE
T_A (kN)	25.63	18.06	15.87	15.14
T_B (kN)	-25.63	-18.06	-15.87	-15.14
N_A (kN)	27.06	19.07	16.76	15.99
N_B (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00
$M_A = M_B$ (kNm)	0.00	0.00	0.00	0.00
$M_{l/2} = M_{\max}^+$ (kNm)	21.15	14.90	13.09	12.49

Tabella 7 – Sollecitazioni rampa scale.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.
NOME SEZIONE: rampa

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza:

Stati Limite Ultimi

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	58 di 72

Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inertza
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C25/30

Resis. compr. di calcolo fcd :	141.60 daN/cm ²
Resis. compr. ridotta fcd' :	70.80 daN/cm ²
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	314750 daN/cm ²
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm :	26.00 daN/cm ²
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	150.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	150.00 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0.400 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):	
Sc Limite :	112.50 daN/cm ²
Apert.Fess.Limite :	0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk :	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk :	5400.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd :	4500.0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu :	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50 daN/cm ²
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	20.00
3	50.00	20.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-40.00	5.50	16
2	-40.00	14.50	16
3	40.00	14.50	16
4	40.00	5.50	16

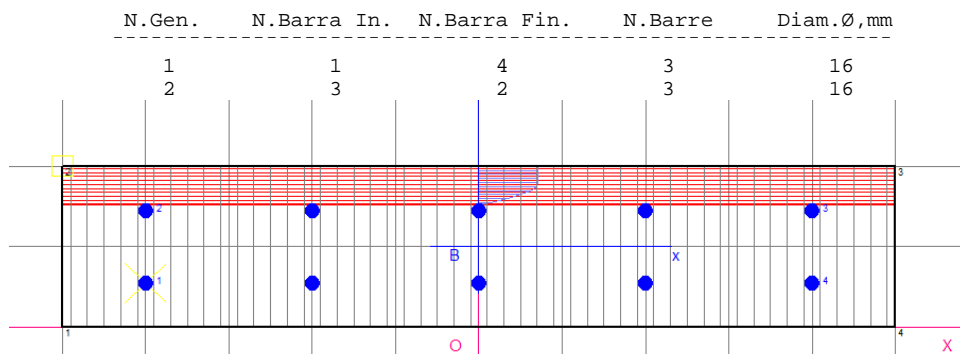
DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	59 di 72

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
 N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
 N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata



ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	2706	2115	0	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	1907	1490	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	1587	1309	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	1599	1249	0

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	60 di 72

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 4.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Copriferro netto minimo staffe: 3.9 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	2706	2115	0	2705	5617	0	2.656

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00285	-50.0	20.0	-0.00057	-40.0	14.5	-0.00724	-40.0	5.5

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000740410	-0.011308209		

verifica a taglio

h	200	mm	Rck	37
d	140	mm	yc	1.5
bw	1000	mm		
$1+(200/d)^{0,5}$	2.195		As	5 Φ 16.0
k	2.000			
Asl	1005	mm ²		
Asl/(bw· d)	0.007		Vrd	94.2 kN

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	61 di 72

ρ_1	0.007	Ved	26	KN
v_{min}	0.549			
$v_{min} \cdot bw \cdot d$	76803	N		
V_{rd}	94223	N	VERIFICATO	

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata										
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]										
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)										
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)										
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]										
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)										
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)										
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre										
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm										
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni										
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm										

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	44.2	50.0	20.0	-1055	-20.0	5.5	700	168	0.125	0.060

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	38.9	50.0	20.0	-931	-40.0	5.5	700	168	0.125	0.053

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	37.1	-50.0	20.0	-884	20.0	5.5	700	168	0.125	0.050

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	62 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
 Relazione di calcolo scale**

9.2 ANALISI DEI CARICHI PIANEROTTOLO

La Tabella 8 e la Tabella 9 riportano i carichi agenti sul pianerottolo. Si precisa che si è considerato, in aggiunta ai carichi permanenti strutturali (peso proprio), permanenti portati (finitura in piastrelle di gres rosso) e variabili (folla compatta), il taglio proveniente dall'analisi della rampa (si veda il paragrafo 9.1).

s (m)	0.3	spessore pianerottolo
l (m)	1	luce pianerottolo
γ_{cls} (kN/m ³)	25	peso dell'unità di volume cls
g_1 (kN/m)	7.5	permanenti strutturali
s_{fin} (m)	0.03	spessore finitura
γ_{fin} (kN/m ³)	0.6	peso dell'unità di volume finitura
g_2 (kN/m)	5	permanenti portati (finitura)
q (kN/m ²)	40.39	accidentale (folla compatta)
$p_{r, SLU}$ (kN/m)	28.46	scarico rampa SLU
$p_{r, SLE\ rara}$ (kN/m)	25.01	scarico rampa SLE rara
$p_{r, SLE\ freq}$ (kN/m)	23.86	scarico rampa SLE frequente
$p_{r, SLE\ qpe}$ (kN/m)	0.3	scarico rampa SLE quasi permanente

Tabella 8 – Azioni caratteristiche agenti sul pianerottolo.

γ_{G1}	1.3	coefficiente parziale permanente strutturale
γ_{G2}	1.5	coefficiente parziale permanente portato
γ_Q	1.5	coefficiente parziale accidentale
ψ_1	0.7	coefficiente di combinazione frequente
ψ_2	0.6	coefficiente di combinazione quasi permanente

p_{SLU}	53.87	carico distribuito SLU
$p_{SLE, rara}$	38.27	carico distribuito SLE rara
$p_{SLE, freq}$	33.72	carico distribuito SLE frequente

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	63 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

$P_{SLE, qpe}$ 32.20 carico distribuito SLE quasi permanente

Tabella 9 – Azioni di progetto agenti sul pianerottolo.

	SLU	SLE RAR	SLE FREQ	SLE QPE
mensola				
T_A (kN)	53.87	38.27	33.72	32.20
$M_A = M_B$ (kNm)	-26.93	-19.13	-16.86	-16.10

Le verifiche sono effettuate considerando un metro di profondità del pianerottolo e assimilando quest'ultimo a una trave incastrata ad un estremo di luce di 1.0 m.

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: pianerottolo

(Percorso File: \\oceano\C39\LAVERO\MODELLI DI CALCOLO\MURI U-ASSISI\rc-sec\pianerottolo.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inertzia
Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C25/30
 Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 141.60 daN/cm²
 Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 70.80 daN/cm²
 Def.unit. max resistenza $ec2$: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu : 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale E_c : 314750 daN/cm²
 Coeff. di Poisson : 0.20
 Resis. media a trazione f_{ctm} : 26.00 daN/cm²
 Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
 Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 150.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : Non prevista
 Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 150.00 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
 Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
 Sc Limite : 112.50 daN/cm²
 Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

ACCIAIO - Tipo: B450C
 Resist. caratt. snervam. f_{yk} : 4500.0 daN/cm²
 Resist. caratt. rottura f_{tk} : 5400.0 daN/cm²
 Resist. snerv. di calcolo f_{yd} : 3913.0 daN/cm²
 Resist. ultima di calcolo f_{td} : 4500.0 daN/cm²
 Deform. ultima di calcolo E_{pu} : 0.068
 Modulo Elastico E_f : 2000000 daN/cm²
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito
 Coeff. Aderenza ist. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00 daN/cm²
 Coeff. Aderenza diff. $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50 daN/cm²

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	64 di 72

Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1
Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C25/30

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	30.00
3	50.00	30.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-44.20	5.80	16
2	-44.20	24.20	16
3	44.20	24.20	16
4	44.20	5.80	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	16
2	3	2	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	-2693	0	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	-1913	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	65 di 72

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	-1686	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	-1610	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.8 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.2 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	-2693	0	0	-9529	0	3.538

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00587	-50.0	0.0	-0.00073	-44.2	5.8	-0.01413	44.2	24.2

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
---------	---	---	---	-----	--------

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	66 di 72

1 0.000000000 -0.000728462 0.003500000 0.199 0.700

verifica a taglio

h	300	mm	Rck	30	
d	236	mm	yc	1.5	
bw	1000	mm			
$1+(200/d)^{0,5}$	1.921		As	5	Φ 16
k	1.921		As (raffitt.)	0	Φ 0
Asl	1005	mm ²			
Asl/(bw·d)	0.004		Vrd	119.5	kN
ρ1	0.004		Ved	54	KN
vmin	0.465				
vmin·bw·d	109705	N			
Vrd	119505	N	VERIFICATO		

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	23.7	50.0	0.0	-879	22.1	24.2	1114	225	0.125	0.067

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	20.9	50.0	0.0	-775	22.1	24.2	1114	225	0.125	0.059

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	19.9	50.0	0.0	-740	22.1	24.2	1114	225	0.125	0.057

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	67 di 72

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

10 SOLETTA DI COPERTURA

Il vano scala è coperto da una soletta per una lunghezza di circa 6.5 m a partire dal vano ascensore. La soletta di copertura è in cemento armato di spessore 50 cm ed è considerata semplicemente appoggiata alle pareti laterali poste ad una distanza di 2.84 m.

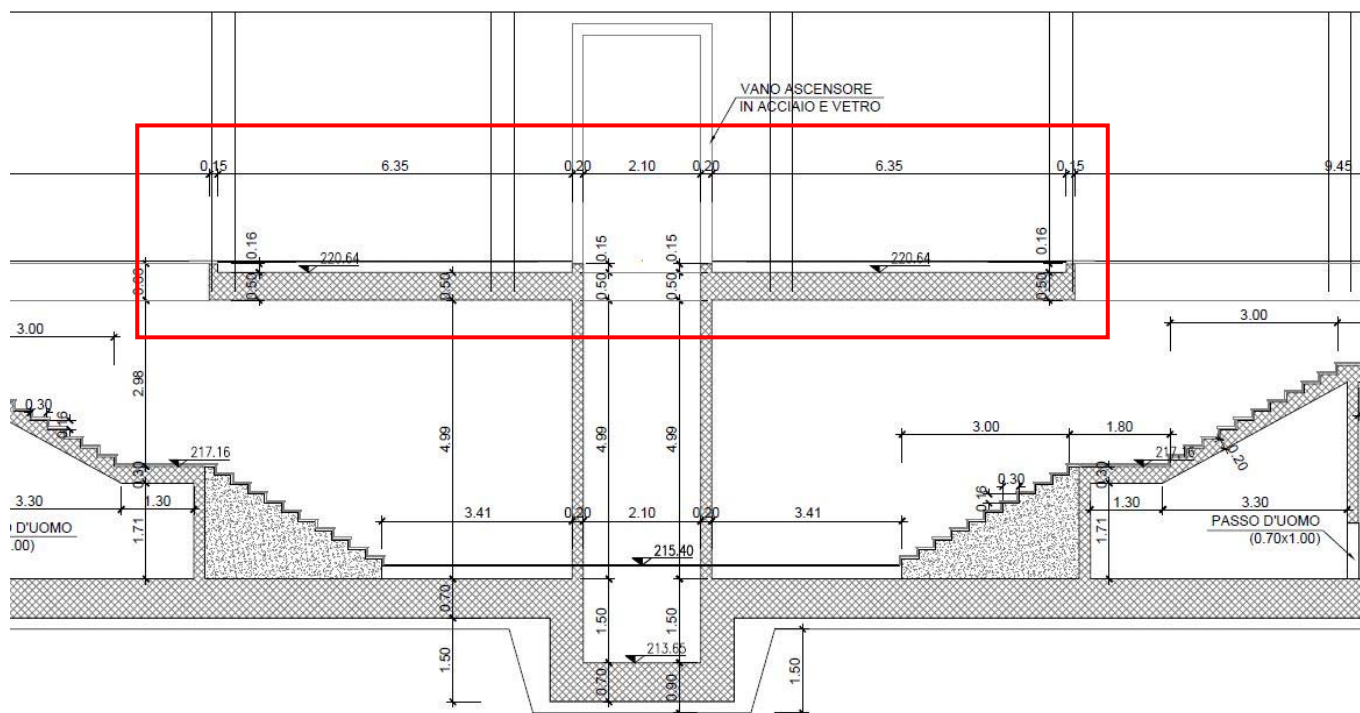


Figura 11 – Stralcio sezione longitudinale

Si riporta di seguito il calcolo e la verifica della soletta.

s (m)	0.5	spessore soletta
l (m)	2.84	luce
γ_{cls} (kN/m ³)	25	peso dell'unità di volume cls
g_1 (kN/m)	12.5	permanenti strutturali
s_{fin} (m)	0.03	spessore pavimentazione
γ_{fin} (kN/m ³)	20	peso dell'unità di volume finitura
g_2 (kN/m)	0.60	permanenti portati
q (kN/m ²)	5	variabile (folla compatta)
γ_{G1}	1.3	coefficiente parziale permanente strutturale

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	68 di 72

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

γ_{G2} 1.5 coefficiente parziale permanente portato
 γ_Q 1.5 coefficiente parziale variabile
 ψ_1 0.7 coefficiente di combinazione frequente
coefficiente di combinazione quasi
 ψ_2 0.6 permanente

p_{SLU} 24.65 carico distribuito SLU
 $p_{SLE, rara}$ 18.10 carico distribuito SLE rara
 $p_{SLE, freq}$ 16.60 carico distribuito SLE frequente
 $p_{SLE, qpe}$ 16.10 carico distribuito SLE quasi permanente

l (m) 3.44 luce di calcolo

	SLU	SLE RAR	SLE FREQ	SLE QPE
T (kN)	42.40	31.13	28.55	27.69
N (kN)	0.00	0.00	0.00	0.00
$M_{l/2} = M_{max}^+$ (kNm)	36.46	26.77	24.55	23.82

DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: soletta

(Percorso File: \\ocean\c39\LAVERO\MODELLI DI CALCOLO\MURI U-ASSISI\rc-sec\soletta.sez)

Descrizione Sezione:
Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione: Sezione generica
Normativa di riferimento: N.T.C.
Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali: Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit : Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta: In zona critica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C28/35
Resis. compr. di calcolo f_{cd} : 158.60 daN/cm²
Resis. compr. ridotta f_{cd}' : 79.30 daN/cm²
Def.unit. max resistenza $ec2$: 0.0020
Def.unit. ultima ecu : 0.0035
Diagramma tensione-deformaz. : Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale E_c : 323080 daN/cm²
Coeff. di Poisson : 0.20
Resis. media a trazione f_{ctm} : 28.80 daN/cm²
Coeff. Omogen. S.L.E. : 15.0
Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : Non prevista
Combinazioni Frequenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 168.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.400 mm
Combinazioni Quasi Permanenti in Esercizio (Tens.Limite):
Sc Limite : 126.00 daN/cm²
Apert.Fess.Limite : 0.300 mm

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	69 di 72

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di calcolo ftd:	4500.0 daN/cm ²
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz. :	Bilineare finito
Coeff. Aderenza ist. $\beta_1*\beta_2$:	1.00 daN/cm ²
Coeff. Aderenza diff. $\beta_1*\beta_2$:	0.50 daN/cm ²
Comb.Rare Sf Limite :	3600.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C28/35

N.vertice	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm
1	-50.00	0.00
2	-50.00	50.00
3	50.00	50.00
4	50.00	0.00

DATI BARRE ISOLATE

N.Barra Numero assegnato alle singole barre isolate e nei vertici dei domini
Ascissa X Ascissa in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Ordinata Y Ordinata in cm del baricentro della barra nel sistema di rif. gen. X, Y, O
Diam. Diametro in mm della barra

N.Barra	Ascissa X, cm	Ordinata Y, cm	Diam.Ø,mm
1	-44.20	5.80	16
2	-44.20	44.20	16
3	44.20	44.20	16
4	44.20	5.80	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N.Barra In. Numero della barra iniziale cui si riferisce la gener.
N.Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la gener.
N.Barre Numero di barre generate equidist. inserite tra la barra iniz. e fin.
Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	N.Barra In.	N.Barra Fin.	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	1	4	3	16
2	3	2	3	16

ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	3646	0	10	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	70 di 72

My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	2677	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	2455	0

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.
My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	0	2382	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.0 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 20.5 cm
Copriferro netto minimo staffe: 4.0 cm

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

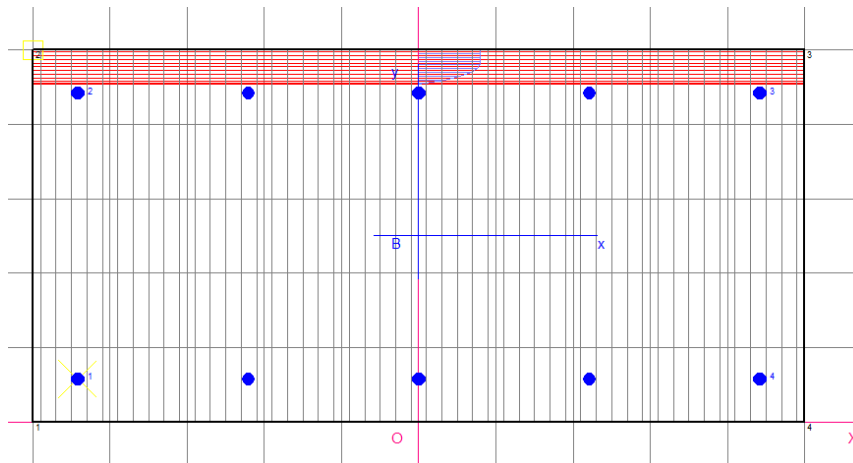
Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	0	3646	0	0	18378	0	5.041

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	71 di 72



METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.01268	-50.0	50.0	-0.00088	44.2	44.2	-0.02987	-44.2	5.8

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000754899	-0.034244964	0.105	0.700

verifica a taglio

h	500	mm	Rck	35
c	60	mm	fck	29.05
d	440	mm	γc	1.5
bw	1000	mm		
$1+(200/d)^{0,5}$	1.674		As	5 Φ 16.0
k	1.674			
Asl	1005	mm ²		
Asl/(bw·d)	0.002		Vrd	179.8 kN
ρ1	0.002		Ved	42 KN

SOTTOPASSI E SOTTOVIA

**NUOVO SOTTOPASSO DI STAZIONE ASSISI -
Relazione di calcolo scale**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IR0B	01	D10	CL SL0100 003	A	72 di 72

vmin	0.409		
vmin·bw·d	179806	N	
Vrd	179806	N	VERIFICATO

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata											
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm ²]											
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)											
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)											
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm ²]											
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)											
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)											
Ac eff.	Area di conglomerato [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre											
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm											
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni											
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm											

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	12.1	-50.0	50.0	-654	-44.2	5.8	1474	299	0.165	0.067

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	11.1	-50.0	50.0	-600	-44.2	5.8	1474	299	0.165	0.061

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	10.8	-50.0	50.0	-582	-44.2	5.8	1474	299	0.165	0.059

11 INCIDENZE

Rampe:	130 kg/mc
Pianerottoli:	90 kg/mc
Soletta inferiore:	110 kg/mc
Piedritti:	130 kg/mc
Soletta 50:	50 kg/mc