COMMITTENTE:

RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

PROGETTAZIONE:

ITALFERR
GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA SALERNO - PONTECAGNANO AEROPORTO
COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO
TRATTA ARECHI - PONTECAGNANO AEROPORTO

FABBRICATI VIAGGIATORI

Posto di incrocio S.Leonardo - Sottopasso

Relazione di calcolo scale

SCALA: -

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
NN1X	00	D	78	CL	SL0200	002	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Durastanti	Ott-2020	G.Romano	Ott-2020	M.D'Avino	Ott-2020	D.Tiberti Ott-2020

ITALFERR S.p.A. Gruppo Ferrovie dello Stato Direzione Tecnica UO Infrastrutture Sud Dott. Ing. Dario Tiberti Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10876

NN1X.0.0.D.78.CL.SL.02.0.0.002.A | n. Elab.:

I N D I C E

1. PREMESSA 2
2. DESCRIZIONE DELL'OPERA 3
3. PROGETTO NUOVE SCALE 4
   - 3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4
   - 3.2. UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA 5
   - 3.3. MATERIALI 5
   - 3.4. GEOMETRIA 6
   - 3.5. MODELLAZIONE ADOTTATA 7
   - 3.6. ANALISI DEI CARICHI 7
   - 3.7. COMBINAZIONI DI CARICO 11
   - 3.8. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI 14
     - *3.8.1. INVILUPPO SLU/SLV* 14
     - *3.8.2. INVILUPPO SLE (RARA)* 15
   - .3.9. VERIFICHE SLU/SLV/SLE 16
   - .3.10. VERIFICHE DI DEFORMABILITA' 19
   - .3.11. RIEPILOGO E INCIDENZA ARMATURE 20

1. PREMESSA

Nella presente relazione di calcolo è sviluppato il progetto, ai sensi delle norme attualmente vigenti NTC18, della struttura delle scale in c.a. dei vani scala previsti nell'incrocio S. Leonardo lungo la linea ferroviaria "Napoli-Battipaglia" alla progressiva 0+800.

Quanto riportato di seguito consentirà di verificare che il dimensionamento delle strutture è stato effettuato nel rispetto dei requisiti di resistenza richiesti all'opera.

Si riportano di seguito uno stralcio planimetrico e una sezione trasversale volta ad individuare le grandezze impiegate nel dimensionamento:

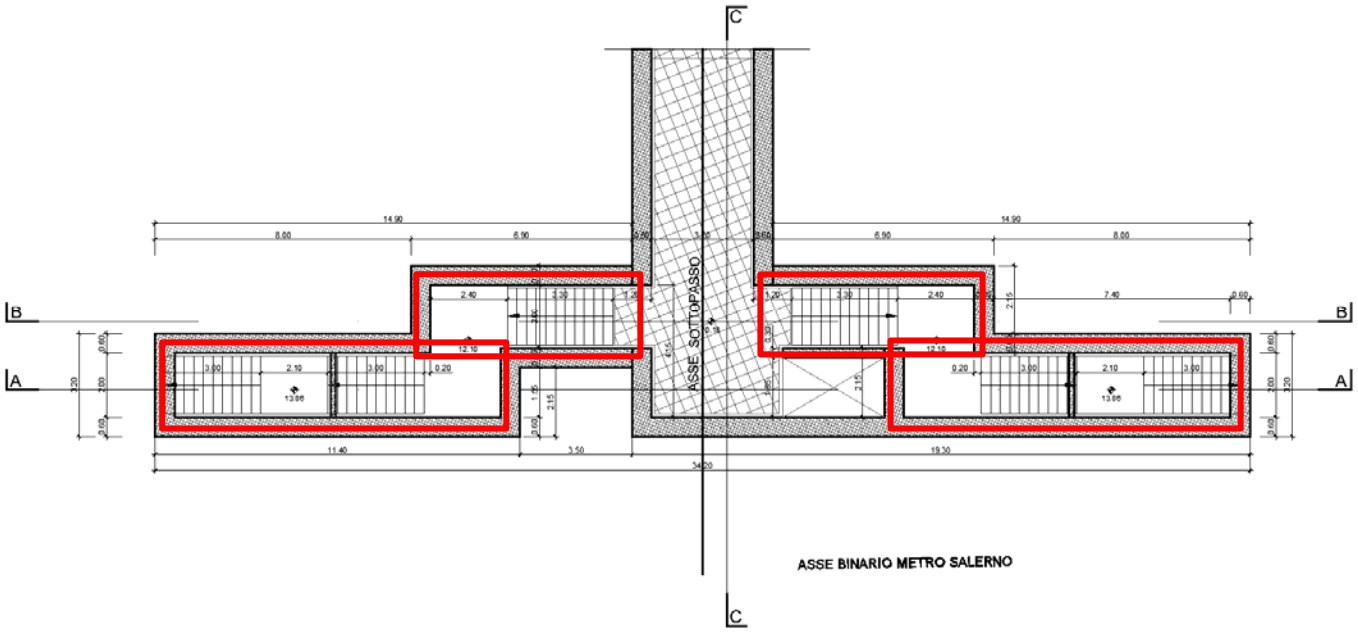


Figura 1a. Planimetria dell'opera con individuazione delle scale

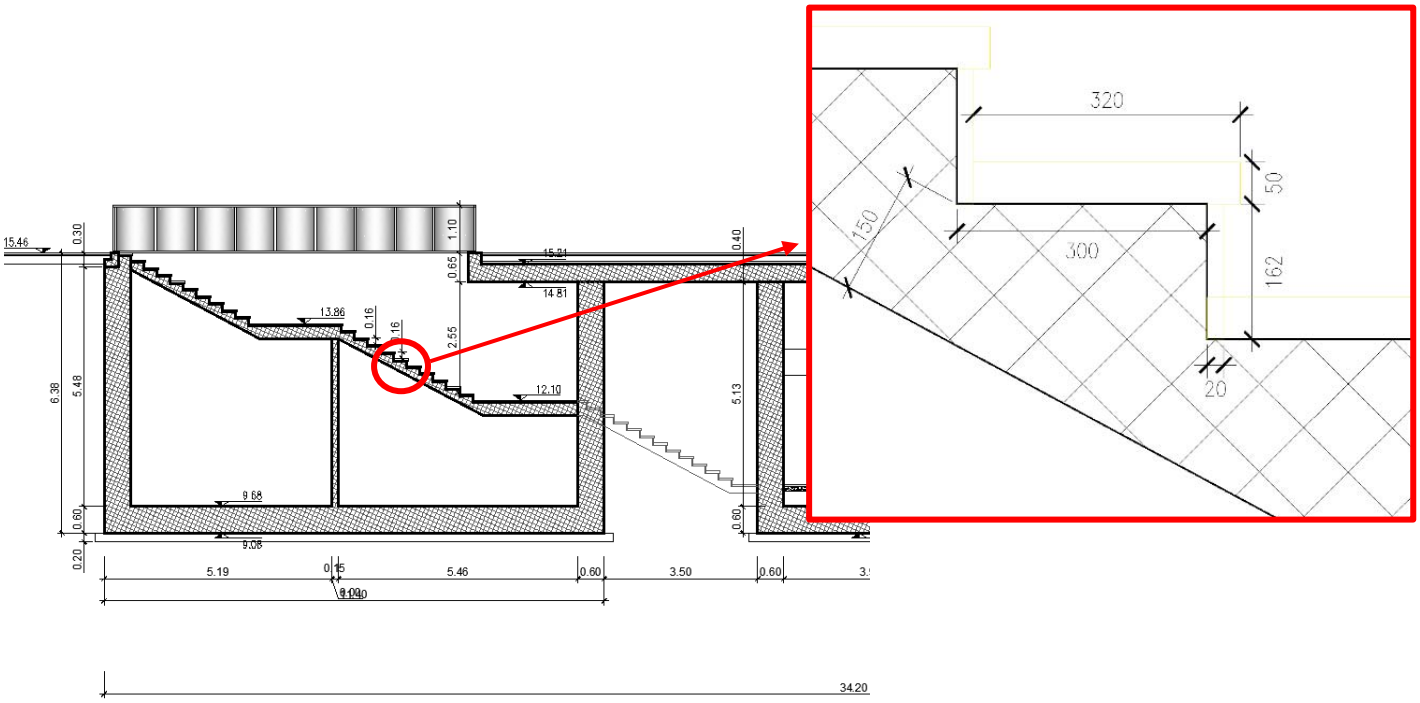


Figura 2. Sezione longitudinale dell'opera con individuazione della scala

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Nell'ambito del progetto dell'incrocio S. Leonardo lungo la linea Salerno-Pontecagnano Aeroporto è prevista la realizzazione si due vani scale per consentire il raggiungimento del piano dei binario dal sottopasso realizzato al di sotto della linea ferroviaria.

Nel seguito si riportano i calcoli necessari al dimensionamento delle strutture che costituiscono la gradinata delle scale.

Verrà esaminata una striscia avente lunghezza 1.00 m.:

3. PROGETTO NUOVE SCALE

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli volti alla progettazione delle strutture in oggetto nel rispetto della norma attualmente vigente NTC18.

3.1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Tutte le calcolazioni sono state eseguite nel rispetto delle normativa NTC18 attualmente vigente.. In particolare si è fatto riferimento:

- L. n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimento per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- L. n. 1086 del 5/11/1971 Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- D.M. 17.01.2018 Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni;
- Circolare 21 Gennaio 2019, n. 7 Istruzione per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018;
- RFI DTC INC PO SP IFS 001 A Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sottobinario ;
- RFI DTC INC CS SP IFS 001 A Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie;
- EN 1992-1-1-1:2004 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules of building;
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 C Manuale di progettazione delle opere civili - Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture;
- RFI DTC SI SP IFS 001 C Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili;
- EC08 Eurocodice 8;
- Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea Specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

3.2. UNITA' DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

Unità di misura principali

- N (Newton) unità di forza
- m (metro) unità di lunghezza

Unità di misura derivate da N

- (kiloNewton) 10^3 N

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

γ	(gamma)	peso dell'unitàdi volume	(kN/m^3)
ϕ	(fi)	angolo di resistenza	(° sessagesimali)

3.3. MATERIALI

Per le opere in c.a. si adotta:

Calcestruzzo **C30/37** le cui caratteristiche principalisono:

- Resistenza cilindrica caratteristica: $\mathbf{f_{ck}= 30N/mm^2}$
- Resistenza di calcolo a compressione semplice: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m$, dove:
- α_{cc}= 0.85 e γ_m=1.5;
- $\mathbf{f_{cd} = 17\ N/mm^2}$
- Resistenza di calcolo a trazione semplice: $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_m$, dove :
- γ_m=1.5;
- $\mathbf{f_{ctd} = 1{,}35\ N/mm^2}$.
- Modulo elastico: **Ec= 32836 N/mm² .**
- Tolleranza di posa del copriferro = **10 mm**;
- Classe di esposizione **XA1**
- Copriferro = **40 mm**
- Condizioni ambientali: **aggressive**

- Apertura fessure limite: **w1 = 0.2 mm**

Acciaio da cemento armato normale **B450C** controllato in stabilimento. Le barre sono ad aderenza migliorata. Le caratteristiche meccaniche sono:

- Tensione caratteristica di snervamento: $\mathbf{f_{yk} = 450\ Nmm^2}$
- Resistenza di calcolo dell'acciaio: $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ dove:
- γ_s =1.15
- $\mathbf{f_{yd} = 391\ Nmm^2}$
- Allungamento **D1 > 12%**
- Modulo di elasticità: **Es=206000 Nmm²**
- Sovrapposizioni barre **≥ 40φ**

3.4. GEOMETRIA

Luce di calcolo	L	2.00	m	
Larghezza di base	B.inf.	1.00	m	
Altezza sezione	H.inf.	0.15	m	
Peso specifico	γ	25.00	DaN/m³	
Dimensioni alzata	a	0.16	m	
Dimensioni pedata	p	0.30	m	
Spessore pavimentazione	sp	0.05	m	
Spessore rivestimento alzata	sa	0.02	m	
Inclinaz.Trave [scale]		0.53	alzata/pedata	(1.133)

3.5. MODELLAZIONE ADOTTATA

MODELLAZIONE ADOTTATA

Il modello di calcolo attraverso il quale viene schematizzata la struttura è quello di trave doppiamente incastrata

asta	*base*	*altezza*	*descrizione*
Asta 1	100 cm	15 cm	(scala)

Le caratteristiche geometriche del modello e le coordinate dei nodi sono le seguenti:

Linterasse	2.00 m
N.nodi	2

Nodo	*X*	*Z*
1	0.000	0.000
2	2.000	0.000

Figura 3. Numerazione nodi modello SAP

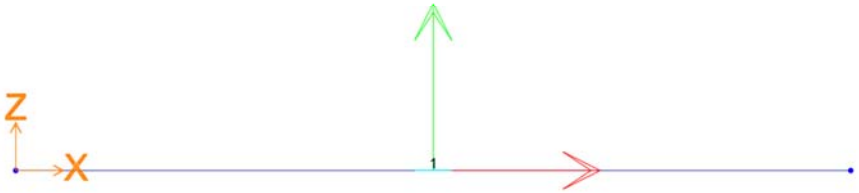


Figura 4: Individuazione elementi modello SAP

3.6. ANALISI DEI CARICHI

Peso proprio della struttura (condizione DEAD)

Il peso proprio viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo utilizzato considerando per il calcestruzzo $\gamma = 25kN/m3$.

Peso specifico calcestruzzo armato	γcls	25 kN/m^3	
peso singolo piedritto	P_S	**4.25** kN/m	$\gamma cls \times Sp$

Peso proprio cls per realizzare la forma del gradino (condizione GRAD)

Peso specifico calcestruzzo armato	γcls	25	kN/m^3	
Lunghezza di calcolo	L	**0.08**	m	*γcls x Sp*
Carico distribuito	q_{GRAD}	**2**	kN/m^2	

Peso proprio pavimentazione (condizione PAV)

Peso specifico calcestruzzo armato	γpav	20	kN/m^3	
Lunghezza di calcolo	L	**0.07**	m	*γcls x Sp*
Carico distribuito	q_{PAV}	**1.39**	kN/m^2	

Carico dovuto alla presenza di persone (condizione FOLLA)

Carico FOLLA da NTC2018	q_{FOLLA}	**5.00**	kN/m^2

CONDIZIONI DI CARICO SISMICHE

Per il calcolo dell'azione sismica si utilizza il metodo dell' analisi pseudostatica in cui l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto le seguenti:

Forza sismica orizzontale Fh=kh*W
Forza sismica verticale Fv=kv*W

I valori dei coefficienti sismici orizzontale kh e verticale kv
kh = a max /g
kv = ± 0,5×kh

Con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, ai fini del calcolo dell'azione sismica secondo il DM 17/01/2018 viene assegnata all'opera una vita nominale VN ed una classe d'uso Cu; segue un periodo di riferimento VR=VN *CU.

A seguito di tale assunzione si ottiene allo stato limite ultimo SLV in funzione della Latitudine e Longitudine del sito in esame un valore dell'accelerazione pari ad ag, il cui valore è di seguito riportato, come desunto anche dalla relazione geotecnica.
In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima per la determinazione delle forze di inerzia può essere valutata con la relazione:
amax = S * ag = Ss *St* ag

Le forze di inerzia sullo ***scatolare*** *(masse di peso proprio soletta superiore e piedritti, rinterro e ballast, 20% treno di carico,..) sono pari alle masse moltiplicate per* ***kh*** *e* ***kv*** *ove:* ***kh = β M x S x ag/g*** *e* ***kv = kh / 2****. Essendo lo scatolare non libero di subire spostamenti relativi rispetto al terreno,* ***β M = 1****.*

vita nominale	V_N	75	anni
classe d'uso	CL	III	
coefficiente d'uso	C_U	1.50	
vita di riferimento = C_U * V_N	V_R	112.5	anni
probabilità di superamento nel periodo di riferimento	P_{VR}	10%	
periodo di ritorno del sisma	T_R	1068	anni

Spettro di risposta in accelerazione della componente orizzontale

Coordinate del sito in oggetto:

Latitudine		40.64541
Longitudine		14.83342

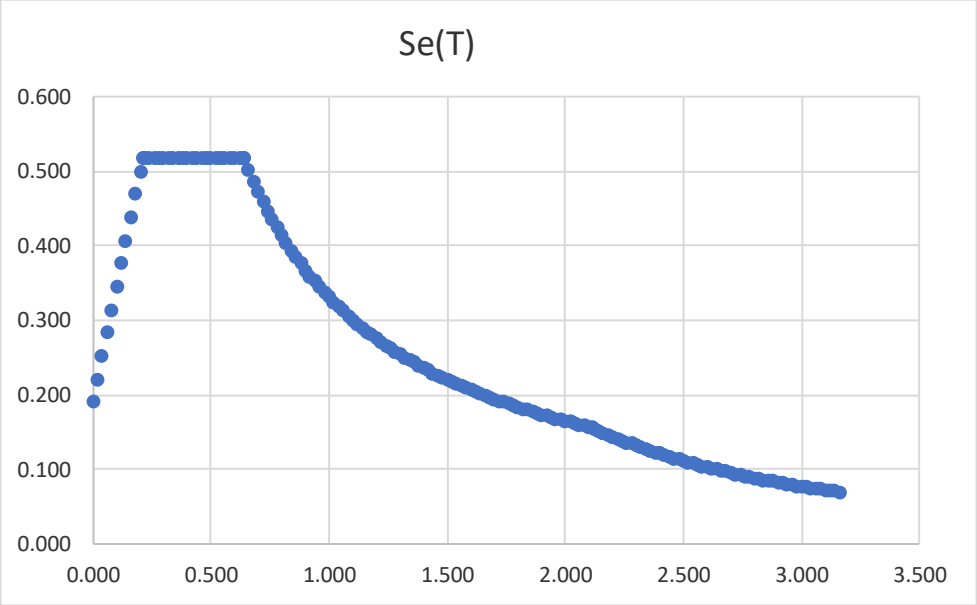
Parametri sismici di progetto

accelerazione massima orizzontale al bedrock	ago	0.128	g
fattore amplificazione massima spettro accelerazione	Fo	2.719	sec
periodo inizio tratto a velocità costante spettro acc. orizz.	T*c	0.475	
categoria sottosuolo		C	
categoria topografica		T1	
amplificazione topografica	S_T	1.000	
smorzamento viscoso convenzionale	ξ	5%	
fattore di correzione per ξ <> 5%	η	1.000	

Tab.3.2.V	S_S	C_C	S_S	C_C
A	1.00	1.00		
B	1.20	1.28		
C	1.49	1.34	1.49	1.34
D	1.80	1.81		
E	1.60	1.55		

coefficiente amplificazione stratigrafica	S_S	1.491	
coefficiente di amplificazione	S	**1.491**	
coefficiente categoria sottosuolo	C_C	1.342	
periodo inizio tratto a accelerazione costante = Tc / 3	T_B	0.213	sec
periodo inizio tratto a velocità costante = Cc * T*c	T_C	0.638	sec
periodo inizio tratto a spostamento costante = 4 * ag/g +1,6	T_D	2.112	sec
accelerazione massima orizzontale al suolo = Ss x St x ag/g	ago,max	**0.191**	g

SPETTRO ORIZZONTALE ELASTICO SLV



Accelerazioni per il calcolo delle forze di inerzia agenti sullo scatolare

Coefficiente di riduzione dell'acc max attesa al sito — β — **1.000**

av = kv = kh / 2 — *valore PGA x scatolare* — av = kv — **0.0954** g

Forze di inerzia (condizione SismaV)

Forza di inerzia treno di carico - (%) — % — 20%

Forza verticale sulla soletta di copertu — F"v — **8.11** kN/m^2 — $(Ps+q_{GRAD}+q_{PAV}+q_{FOLLA}) \times k$

3.7. COMBINAZIONI DI CARICO

I coefficienti di amplificazione dei carichi γ e i coefficienti di combinazione ψ sono riportati nelle tabelle seguenti.

Tab. 5.2.V - *Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU*

Coefficiente			EQU[1]	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γG1	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali[2]	favorevoli	γG2	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast[3]	favorevoli	γB	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico[4]	favorevoli	γQ	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γQi	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γP	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00[5]	1,00[6]	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γCesd	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole		1,20	1,20	1,00

[1] Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

[2] Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

[3] Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

[4] Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

[5] 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

[6] 1,20 per effetti locali

Tab. 2.5.I – *Valori dei coefficienti di combinazione*

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Le azioni descritte nel paragrafo precedente ed utilizzate nelle combinazioni di carico vengono di seguito riassunte:

Peso proprio	DEAD
Peso CLS per gradino	q_{GRAD}
Peso pavimentazione	q_{PAV}
Carico da FOLLA	q_{FOLLA}
Azione sismica verticale	SISMA_V

Si riportano di seguito le combinazioni allo SLU di carico ritenute più significative in base all'esperienza.

Combinazione fondamentale:

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot\psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot\psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots$$

Nelle tabelle seguenti sono riportate le combinazioni di carico SLU, SLV e SLE utilizzate.

Combinazioni di carico SLU (non sismiche)	
	1slu
DEAD	1.3
q_{GRAD}	1.5
q_{PAV}	1.5
q_{FOLLA}	1.5

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

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots$$

Combinazioni di Carico Sismiche	
	SV1
DEAD	1
q_{GRAD}	1
q_{PAV}	1
q_{FOLLA}	0.6
SISMA_V*	1

*Per quanto riguarda l'azione sismica è stata ovviamente presa in conto solo la componente verticale

Si riportano infine,le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio SLE ritenute più significative.

Combinazione rara

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \ldots$$

Combinazioni di carico SLE	
	1sle
DEAD	1
q_{GRAD}	1
q_{PAV}	1
q_{FOLLA}	0.7

3.8. CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI

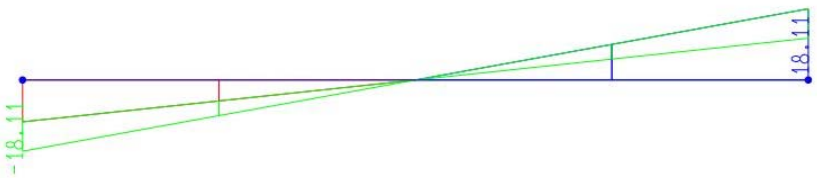
3.8.1.Inviluppo SLU/SLV

USCITA SAP - INVILUPPO SLU SLV

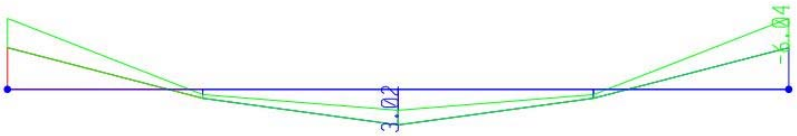
Text Frame	m Station	Text OutputCase	Text CaseType	Text StepType	KN P	KN V2	KN-m M3
1	0.00	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	-10.64	-3.55
1	0.33	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	-7.09	-0.59
1	0.67	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	-3.55	2.01
1	1.00	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	0.00	3.02
1	1.33	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	6.04	2.01
1	1.67	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	12.07	-0.59
1	2.00	ENVELOPE SLUS	Combination	Max	0.00	18.11	-3.55
1	0.00	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	-18.11	-6.04
1	0.33	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	-12.07	-1.01
1	0.67	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	-6.04	1.18
1	1.00	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	0.00	1.77
1	1.33	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	3.55	1.18
1	1.67	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	7.09	-1.01
1	2.00	ENVELOPE SLUS	Combination	Min	0.00	10.64	-6.04

SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	18.1	6.0
02	0.0	0.0	3.0

Diagrammi delle sollecitazioni: ENVELOPE SLU/SLV



Taglio



Momento

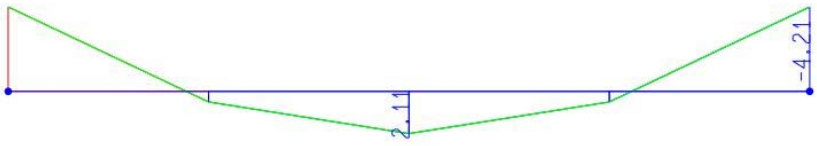
3.8.2.Inviluppo SLE (rara)

USCITA SAP - INVILUPPO SLU SLV

Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN-m
Frame	Station	OutputCase	CaseType	StepType	P	V2	M3
1	0.00	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	-12.64	-4.21
1	0.33	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	-8.43	-0.70
1	0.67	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	-4.21	1.40
1	1.00	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	0.00	2.11
1	1.33	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	4.21	1.40
1	1.67	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	8.43	-0.70
1	2.00	ENVELOPE SLER	Combination	Max	0.00	12.64	-4.21
1	0.00	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	-12.64	-4.21
1	0.33	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	-8.43	-0.70
1	0.67	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	-4.21	1.40
1	1.00	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	0.00	2.11
1	1.33	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	4.21	1.40
1	1.67	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	8.43	-0.70
1	2.00	ENVELOPE SLER	Combination	Min	0.00	12.64	-4.21

SEZIONE	P	V2	M3
01	0.0	12.6	4.2
02	0.0	0.0	2.1

Diagrammi delle sollecitazioni: SLE (rara)



Momento Flettente

.3.9. VERIFICHE SLU/SLV/SLE

Oggetto:

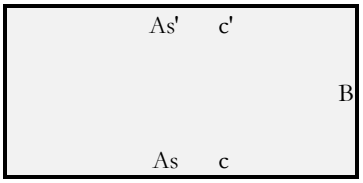
Stazione d'emergenza Aeroporto - Scala

Sezione n°. 01

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000	mm	
H	Altezza sezione rettangolare	150	mm	
c'	Copriferro armatura sup. compressa	30	mm	
c	Copriferro armatura inf. Tesa	30	mm	
d	Altezza utile = H-c	120	mm	
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30	MPa	
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450	MPa	
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0	kN	
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	6.0	kNm	
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	18.1	kN	
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0	kNm	
Fi1	1° diametro armatura tesa	16		
Fi2	2° diametro armatura tesa			
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	2	Armatura tesa filante	402 mmq
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		Armatura di raffittim.	0 mmq
As'	Armatura superiore compressa	402	mmq	
As	Armatura inferiore tesa	402	mmq	
Fi Staffe	Diametro staffe		mm	
s. Staffe	Passo staffe	150	mm	
bracci	Numero Bracci staffe	2		
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.0	[range: 1,0-2,5]	
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°		
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0.00 cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R		
Msle	Momento di esercizio [(+)]	4.2	kNm	
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0	kN	
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20	mm	
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck		
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck		
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk		

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N>	S			
Mrd	Momento ultimo resistente	**20**	kNm	Coeff.Sfrutt.	**30%**
Vrd	Taglio ultimo resistente	**65**	kN	Coeff.Sfrutt.	**28%**
Trd	Momento torcente ultimo resistente	**0**	kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	**-2**	Mpa	Coeff.Sfrutt.	**1%**
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	**96**	Mpa	Coeff.Sfrutt.	**27%**
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	**-2**	Mpa	Coeff.Sfrutt.	**13%**
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	**0**	Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	**12**	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	**0.10**	mm	Coeff.Sfrutt.	**51%**
				Coeff.Sfrutt.Max	**51%**

Oggetto:

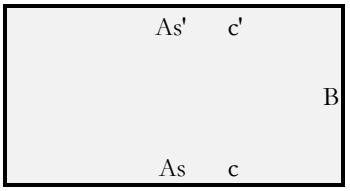
Stazione d'emergenza Aeroporto - Scala

Sezione n°. 02

Dati di Input:

B	Base sezione rettangolare	1000	mm		
H	Altezza sezione rettangolare	150	mm		
c'	Copriferro armatura sup. compressa	30	mm		
c	Copriferro armatura inf. Tesa	30	mm		
d	Altezza utile = H-c	120	mm		
fck	Resistenza caratt. Cilindrica calcestruzzo	30	MPa		
fyk	Resistenza caratt. Snervamento acciaio	450	MPa		
Ned	Sforzo normale di calcolo [(+)Trazione]	0.0	kN		
Med	Momento flettente di calcolo [(+)]	3.0	kNm		
Ved	Taglio di calcolo [(+)]	0.0	kN		
Ted	Torsione di calcolo [(+)]	0	kNm		
Fi1	1° diametro armatura tesa	16			
Fi2	2° diametro armatura tesa				
n1	N°. Barre 1° armatura tesa	2	Armatura tesa filante	402	mmq
n2	N°. Barre 2° armatura tesa		Armatura di raffittim.	0	mmq
As'	Armatura superiore compressa	402	mmq		
As	Armatura inferiore tesa	402	mmq		
Fi Staffe	Diametro staffe		mm		
s. Staffe	Passo staffe	150	mm		
bracci	Numero Bracci staffe	2			
cotθ	(proiez.orizz.)/(proiez.vert.) puntone cls	2.5	[range: 1,0-2,5]		
alpha	angolo staffe/piegati rispetto all'orizzontale	90.0°			
Asw	Area a taglio per unità di lunghezza	0	mmq/m	0.00	cmq/m
<R-F-P>	Combinaz. SLE (rara,frequente,qperm)	R			
Msle	Momento di esercizio [(+)]	2.1	kNm		
Nsle	Sforzo normale di esercizio [(+)Trazione]	0.0	kN		
wk-lim	Stato limite apertura fessure (Freq.Perm)	0.20	mm		
sigcR-lim	Tensione limite cls comb. Rara	0.60 fck			
sigcP-lim	Tensione limite cls comb. Quasi Perm.	0.45 fck			
sigsR-lim	Tensione limite acc. Comb. Rara	0.80 fyk			

Geometria della Sezione:



Dati di Output:

SLU - Momento e Taglio resistenti

<S-N>	Momento Ultimo resistente dissipativo <S/N	S			
Mrd	Momento ultimo resistente	**20**	kNm	Coeff.Sfrutt.	**15%**
Vrd	Taglio ultimo resistente	**65**	kN	Coeff.Sfrutt.	**0%**
Trd	Momento torcente ultimo resistente	**0**	kNm	Coeff.Sfrutt.	

SLE - Tensioni e ampiezza fessure

Sigs-sup	Tensione barre superiori [(-)Compresso]	**-1**	Mpa	Coeff.Sfrutt.	**0%**
Sigs-inf	Tensione barre inferiori [(+)Teso]	**48**	Mpa	Coeff.Sfrutt.	**13%**
Sigc-sup	Tensione cls superiore [(-)Compresso]	**-1**	Mpa	Coeff.Sfrutt.	**7%**
Sigc-inf	Tensione cls inferiore [non reag.Trazione]	**0**	Mpa		
Mcr	Momento di prima fessurazione	**12**	kNm		
wk	Ampiezza di fessura	**0.05**	mm	Coeff.Sfrutt.	**26%**
				Coeff.Sfrutt.Max	**26%**

Si riportano i coefficienti di sfruttamento nelle sezioni notevoli per le verifiche SLU/SLV/SLE:

SINTESI VERIFICHE SEZIONI NOTEVOLI:			
SL	**VERIF**	**SEZ01**	**SEZ02**
SLU	Med/Mrd	**30%**	**15%**
SLU	Ved/Vrd	**28%**	**0%**
SLE	(sigse/sigsr)s	**1%**	**0%**
SLE	(sigse/sigsr)i	**27%**	**13%**
SLE	(sigœ/sigœ)s	**13%**	**7%**
SLE	wk/wklim	**51%**	**26%**
	MAX	**51%**	**26%**
	MAX	**51%**	

I coefficienti di sfruttamento sono tutti inferiori all'unità e pertanto le verifiche risultano soddisfatte.

.3.10.VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

VERIFICA DI DEFORMABILITA' [DaN,cm] [NTC08 § 4.1.2.2.2 + C.617/09 § C4.1.2.2.2 + EC2 § 7.4.1/§ 7.4.3]								
E_{too}	117,271	[DaN/cm^2]	**Carico**	**fr.$_{amm}$**	**fr.$_{amm}$**	**fr.$_{calc.finale}$**	**Coef.sfrutt.**	
$J_{PARZ.}$	5,766	[cm^4]	G1+G2+Q	**L/300**	0.667	**0.051**	**0.076**	<= 1; VERIF. OK
$J_{INT.REAG.}$	30,568	[cm^4]	G2+Q	**L/500**	0.400	**0.029**	**0.071**	<= 1; VERIF. OK
M.$_{SEMINC.}$ =		**= 0%**						

.3.11.RIEPILOGO E INCIDENZA ARMATURE

A seguire il riepilogo delle armature del tombino:

Sezione scale di spessore	15 cm		
con armatura principale superiore	**F16 /500**		402 mm2
con armatura principale inferiore	**F16 /500**		402 mm2

La soletta inferiore non ha armatura a taglio.

Incidenza armature:

Larghezza utile	Lint	2.00 m	Spessore scala	Sf	0.15 m	
incidenza sovrapp.		20%	copriferro	c	0.03 m	

Elem.	Ø1 sup/int [mm]	pass1 [mm]	Ø2 sup/int [mm]	pass2 [mm]	Ø3 inf/ext [mm]	pass3 [mm]	Ø4 inf/ext [mm]	pass4 [mm]	Øleg [mm]	Øleg pass1 [mm]	Øleg pass2 [mm]
scala	16	500	0	1000	16	500	0	1000	0	1000	1000

Elem.	LØ [m]	Lleg [mm]	Vol [m3]	Peso [kg]	incid [kg/m3]	Inc%
scala	2.00	0.29	0.3	15	**51**	**100%**
	TOTALE		**0.3**	**15**	**51**	**100%**