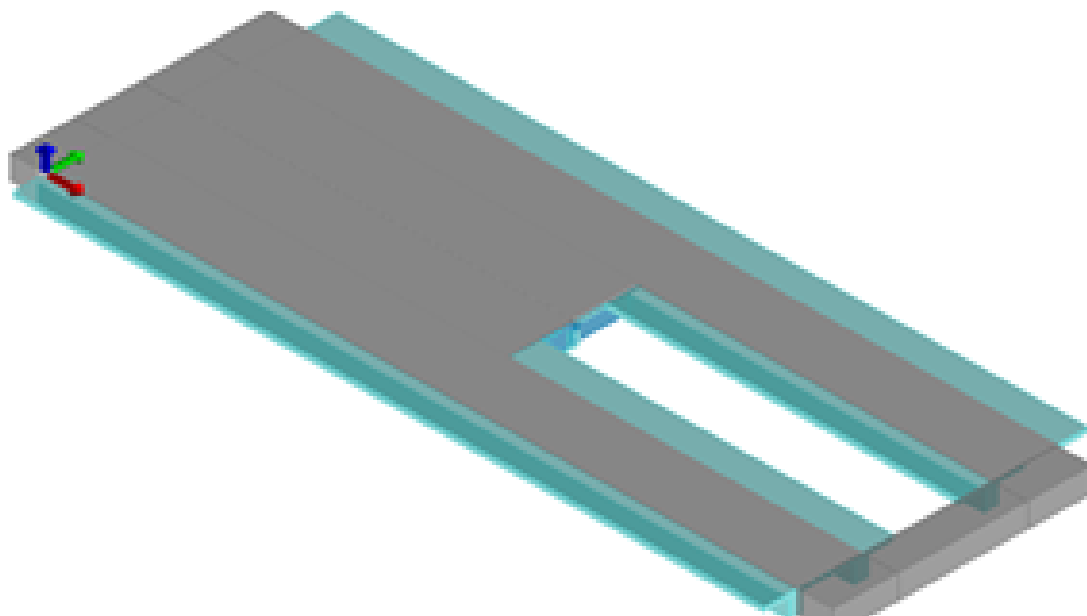


Comune di Roma

Provincia di Roma

Relazione Tecnica

APERTURA SOLAIO FABBRICATO ESISTENTE SITO IN VIA XXXXX ROMA (RM)



Committente

Condominio Via XXXXX n.14 roma

Tecnico

Ing Francesco Papalia

Data

02/07/2018



PROJECT ITALY ENGINEERING - Dr. Ing. Francesco Papalia - Progettazioni e Servizi Integrati per l'Ingegneria

Via Bepi Romagnoni, 139 - 00125 Roma, Tel. 320.2786907, francesco.papalia.ing@gmail.com

<http://www.project-italy.org/>

<https://www.facebook.com/Servizi.di.Ingegneria/>

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	CARATTERISTICHE OPERA	5
3.1	SOGGETTI INTERESSATI.....	5
3.2	LOCALITÀ.....	5
3.3	CARATTERISTICHE PROGETTUALI	5
4	CARATTERISTICHE STRUTTURALI	6
5	MATERIALI DA IMPIEGARE	8
6	ANALISI DEI CARICHI	9
6.1	SOLAIO COPERTURA	10
7	AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	13
11.1	AZIONE DELLA NEVE	14
11.2	AZIONE DEL VENTO	15
8	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA	17
9	METODO DI ANALISI	18
10	VERIFICHE STRUTTURALI	19
9.1	ANALISI E VERIFICHE LOCALI SOLAIO COPERTURA	20
9.1.1	VERIFICHE LOCALI DEL TRAVETTO STATO DI FATTO (VINCOLO APPOGGIO APPOGGIO)	21
9.1.2	VERIFICHE LOCALI DEL TRAVETTO STATO DI PROGETTO	23
9.1.3	VERIFICHE LOCALI DEL TRAVETTO STATO DI PROGETTO	27
9.2	ANALISI E VERIFICHE GLOBALI DEL SOLAIO DI COPERTURA	29
9.2.1	MODELLAZIONE DELLE SEZIONI	30
9.2.2	MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI.....	32
9.2.3	MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE.....	33
9.2.4	MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO.....	34
9.2.5	MODELLAZIONE DELLE AZIONI.....	36
9.2.6	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO.....	37
9.2.7	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	38
9.2.8	RISULTATI NODALI.....	40
9.2.9	RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE	43
9.2.10	VERIFICHE STRUTTURALI.....	47
11	INFORMAZIONI CODICI DI CALCOLO	66
12	ALLEGATO 1	67

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il progetto per l'esecuzione di una apertura sul solaio di copertura(0,90 m x 2,5 m) in latero cemento per la realizzazione di una presa di luce.

Il progetto prevede la demolizione di parte di un travetto con conseguente collegamento della parte restante ai travetti limitrofi.

La contiguità è garantita dal collegamento con la ripresa dei ferri di armatura presenti nel nuovo cordolo in cemento armato, avente le stesse dimensioni del travetto (10 cm x 20 cm).

Le dimensioni delle varie membrature si possono desumere dai disegni esecutivi allegati.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 14 Gennaio 2008 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni". D.Min. Infrastrutture e trasporti 14 Settembre 2005 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>".
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Circolare 4/07/96, n.156AA.GG./STC. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi>>" di cui al D.M. 16/01/96.
- Circolare 10/04/97, n.65AA.GG. istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/96.
- D.M. LL.PP. 20 Novembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- Circolare 4 Gennaio 1989 n. 30787 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento".
- D.M. LL.PP. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- D.M. LL.PP. 3 Dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".
- UNI 9502 - Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso - edizione maggio 2001
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni.
- UNI EN 1990:2006 13/04/2006 Eurocodice 0 - Criteri generali di progettazione strutturale.
- UNI EN 1991-1-1:2004 01/08/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.
- UNI EN 1991-2:2005 01/03/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
- UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
- UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
- UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1992-1-2:2005 01/04/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti.
- UNI EN 1994-1-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- UNI EN 1994-2:2006 12/01/2006 Eurocodice 4 - Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo - Parte 2: Regole generali e regole per i ponti.
- UNI EN 1995-1-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e regole per gli edifici.
- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: Ponti.
- UNI EN 1996-1-1:2006 26/01/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 1-1: Regole generali per strutture di muratura armata e non armata.
- UNI EN 1996-3:2006 09/03/2006 Eurocodice 6 - Progettazione delle strutture di muratura - Parte 3: Metodi di calcolo semplificato per strutture di muratura non armata.
- UNI EN 1997-1:2005 01/02/2005 Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica - Parte 1: Regole generali.
- UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e adeguamento degli edifici.
- UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.

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

3 CARATTERISTICHE OPERA

Nel presente paragrafo sono riportate in formato tabellare i soggetti interessati, le caratteristiche di ubicazione dell'immobile e le principali caratteristiche progettuali.

3.1 SOGGETTI INTERESSATI.

In riferimento ai relativi nominativi, si farà riferimento alla terminologia di seguito usata:

- Committente -

Nome e cognome : **XXXXXX**

- Direzione dei Lavori -

Nome e cognome : **Ing. Francesco Papalia**

- Progettista Strutturale -

Nome e cognome : **Ing. Francesco Papalia**

- Collaudatore -

Nome e cognome :

3.2 LOCALITÀ

Comune:	Roma	Provincia:	RM
Longitudine:	12.51°	Latitudine:	41.84°
Altitudine:	20 m		
Indirizzo:	Via XXXXXn. 20		

3.3 CARATTERISTICHE PROGETTUALI

In riferimento ai relativi nominativi, si farà riferimento alla terminologia di seguito usata:

Nome Progetto:	Apertura su solaio di copertura		
Tipologia opera:	Edificio residenziale	Tipologia di intervento:	Intervento locale
Normativa di riferimento:	Stati limite Norme Tecniche 2018		
Tipo di analisi:	Analisi statica Lineare	Classe d'uso dell'edificio:	-----
Numero di richiesta	XXXXXX	Numero di variante:	-----

4 CARATTERISTICHE STRUTTURALI

L'immobile è composto da tre piani fuori terra con altezza media di interpiano 3,00 m circa, massimo ingombro in pianta di 14,00 m X 11,00 m.

L'immobile è stato progettato con struttura a telaio.

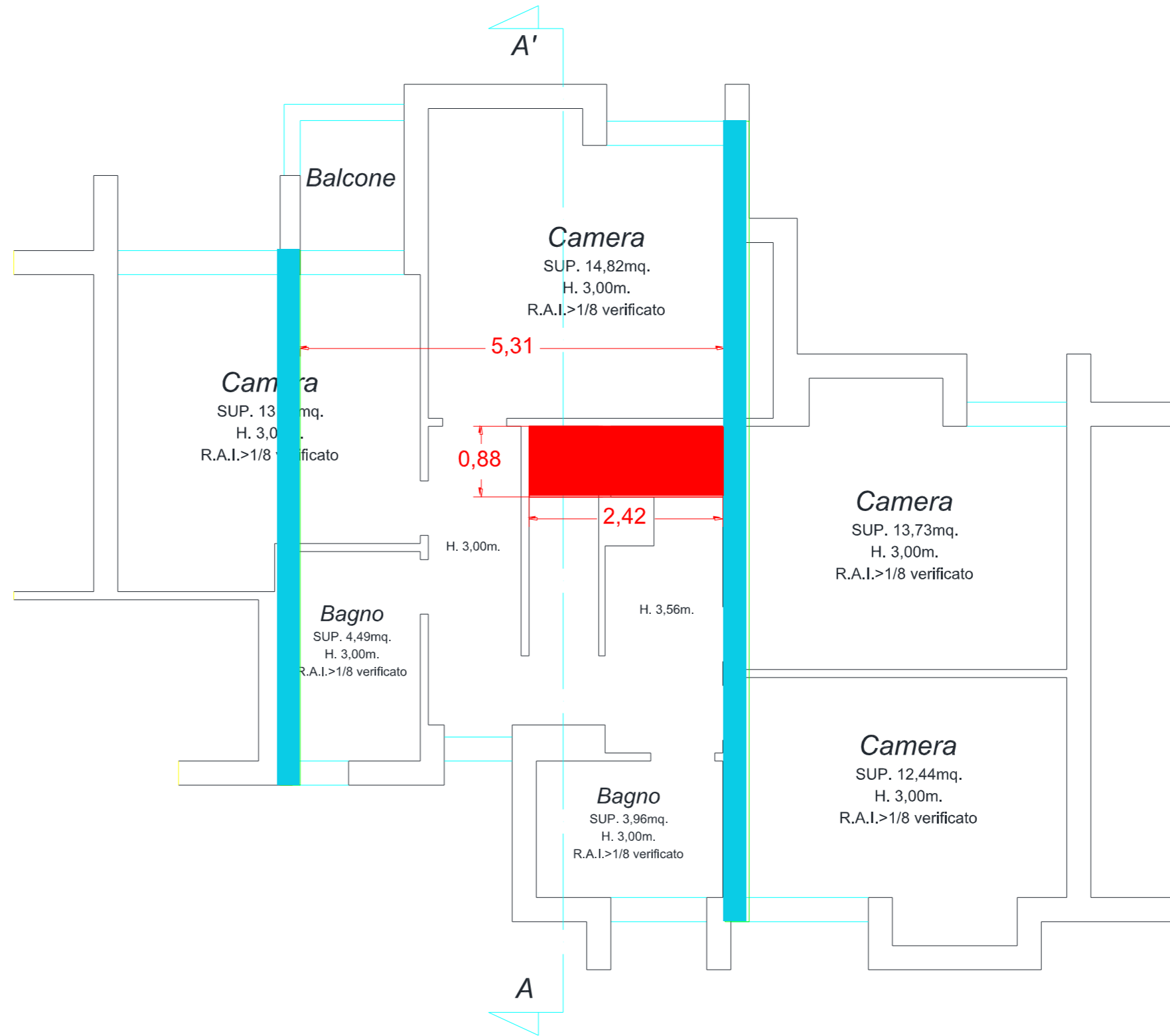
I piani orizzontali intermedi sono del tipo laterocemento gettati in opera,. Il solaio di copertura è in laterocemento gettato in opera, ha un'altezza

strutturale pari a 25 cm e luci inferiori ai 5,50 m ed è costituito da:



- Travetti prefabbricati aventi altezza 20cm e larghezza pari a 10 cm con interasse di 45 cm, aventi Armature longitudinali “Acciaio Fe B 44 k”
 - 2 Ø 10 inferiori
 - 1 Ø 10 superiori
- Soletta di 5 cm, priva di rete elettrosaldata “Acciaio Fe B 44 k”



Pianta P1 Post Opera SCALA 1:100



LEGENDA

-  TRAVI RILEVATE
-  APERTURA DI PROGETTO

5 MATERIALI DA IMPIEGARE

Dalle indagini effettuate il solaio è composto dai seguenti materiali:

- **CALCESTRUZZO**

- Classe di resistenza a compressione: C20/25

- **ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO:**

- Barre in acciaio ad aderenza migliorata tipo B450 C controllato in stabilimento aventi:
- $f_{yk} > 450 \text{ N/mm}^2$ $f_{tk} > 540 \text{ N/mm}^2$ $f_y / f_{yk} < 1.35$ $(f_t / f_y)_{\text{medio}} > 1,15$

6 ANALISI DEI CARICHI

Nel presente paragrafo vengono definiti i carichi, nominali e/o caratteristici, relativi al solaio di copertura oggetto di intervento. Sono descritti e definiti i carichi relativi ai pesi propri dei materiali strutturali derivanti da rilievi e indagini effettuate in loco per individuare le dimensioni geometriche e i pesi dei materiali con cui sono realizzate le parti strutturali del solaio di copertura.



6.1 SOLAIO COPERTURA

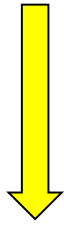
Il solaio di copertura è in laterocemento gettato in opera, ha un'altezza strutturale pari a 25 cm e luce 5,30 m, costituito da:

- Travetti prefabbricati aventi altezza 20 cm, larghezza pari a 10 cm con interasse di 45 cm,
- Soletta di 5 cm, priva di rete elettrosaldata

Il solaio viene schematizzato con un modello di “trave continua”, che consente di individuare lo stato di sollecitazione dei travetti sotto l'azione di carichi permanenti e variabili assegnati. Ai fini pratici, per l'analisi dei carichi, si suole considerare che la trave continua corrisponda ad una fascia di solaio larga 1 m.

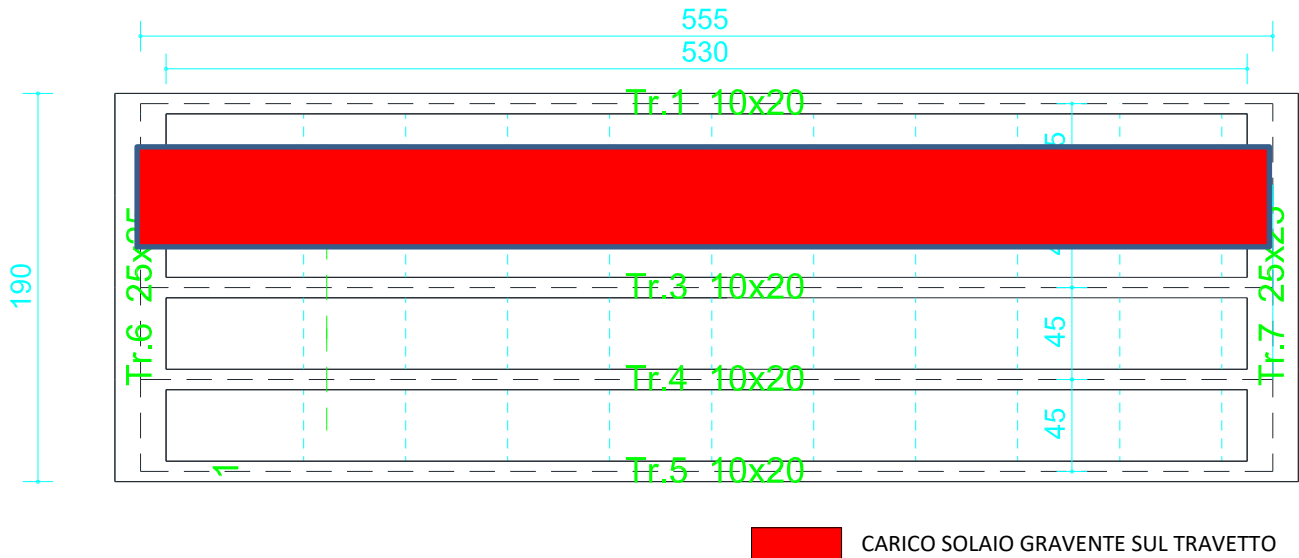
Categoria carichi variabili: H - Coperture e sottotetti

3	Solaio copertura non praticabile			<ul style="list-style-type: none"> - Interasse travetti cm 45 - Larghezza travetti cm 10 - H tot. Solaio cm 25 - Soletta sup. cm 5 - Soletta inf. cm 0 - Blocchi di laterizio daN/mq 75 		
(Solaio in laterocemento)						
PESO PROPRIO [per zone piene]:				→	288 [625]	daN/mq
Sovraccarico PERMANENTE:				→	80	daN/mq
-	Imperm. con guaina bituminosa 8mm	0,8	cm	x	1200 daN/mc	9,6
-	Massetto in calcestruzzo di argilla espansa	5	cm	x	800 daN/mc	40
-	Intonaco (malta di calce)	1,5	cm	x	1800 daN/mc	27
-	-----	1,5	cm	x	0 daN/mc	0
-	-----	10	cm	x	0 daN/mc	0
-	-----	0	cm	x	0 daN/mc	0
-	-----	0	cm	x	0 daN/mc	0
-	-----	0	cm	x	0 daN/mc	0
Totale carichi permanenti per zone normali [per zone piene]:				→	368 [705]	daN/mq
Categoria:		H		Ambienti: Coperture e sottotetti_Cat.H1 (Accessibili per sola manutenzione)		
Sovraccarico VARIABILE:				→	50	daN/mq
Carico NEVE:		ROMA		→	48	daN/mq
Carichi totali per zone normali [per zone piene]:				→	466 [803]	daN/mq



ANALISI STATO DI FATTO

Nel presente paragrafo si analizza lo stato di carico gravante sui travetti del solaio di copertura antecedente l'intervento in oggetto.



Azioni agenti sul travetto (Ante -Opera)

$$G_1 = 2,88 \cdot 0,45 = 1,296 \text{ kN/m}$$

$$G_2 = 0,80 \cdot 0,45 = 0,360 \text{ kN/m}$$

$$Q_1 = 0,98 \cdot 0,45 = 0,441 \text{ kN/m}$$

Legenda

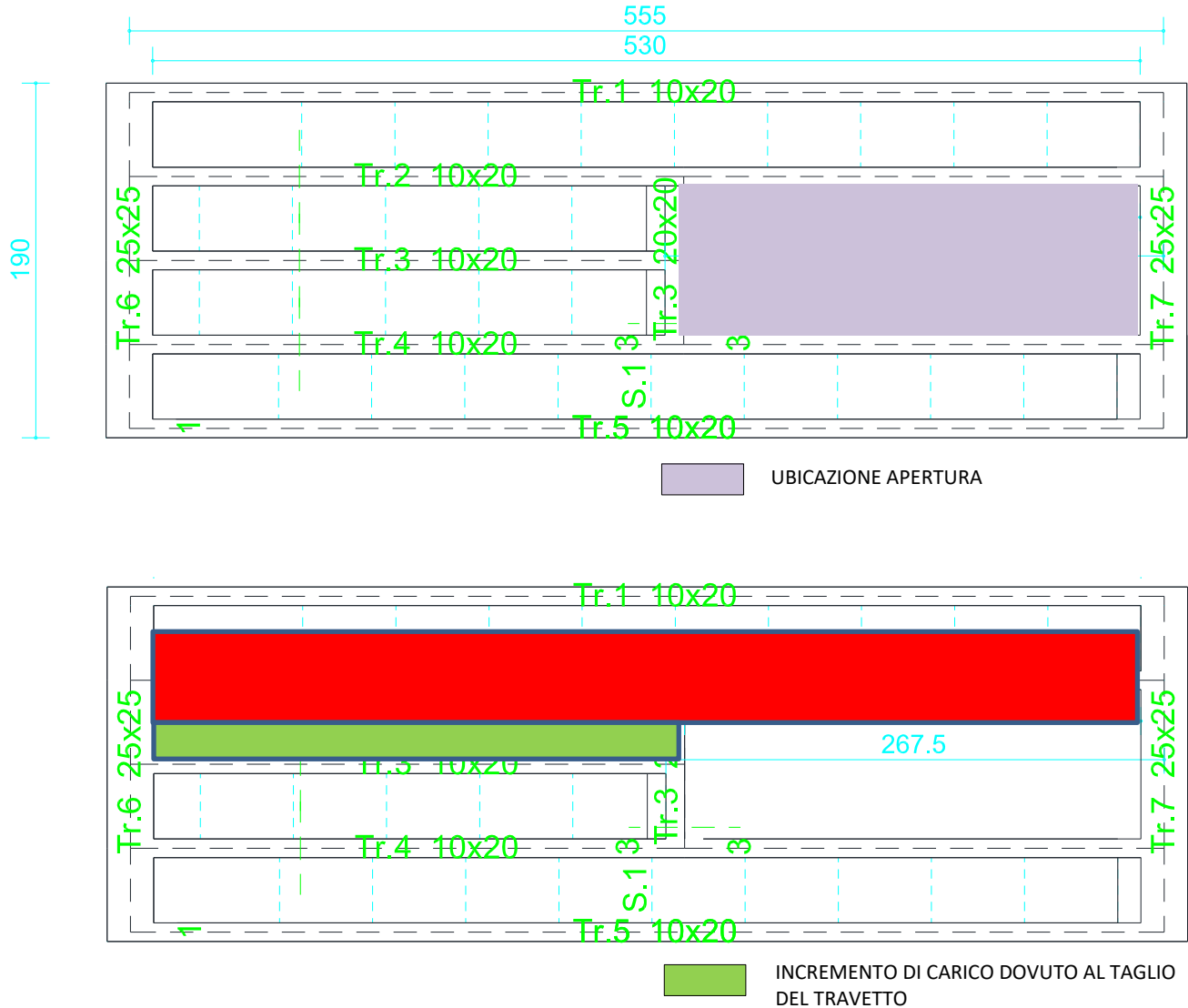
G_1 = Carico Permanente

G_2 = Sovraccarico Permanente

Q_1 = Sovraccarico Variabile

ANALISI STATO DI PROGETTO

Nel presente paragrafo si analizza lo stato di carico gravante sui travetti del solaio di copertura Post Opera e la conseguente redistribuzione di carico.



Azioni agenti sul travetto distribuiti uniformemente

$G_1 = 2,88 \cdot 0,45 = 1,296 \text{ kN/m}$ da 0 a 5,3m (distribuiti uniformemente)

$G_1^* = 2,88 \cdot 0,225 = 0,648 \text{ kN/m}$ (da 0a 2.85 m)

$G_2 = 0,88 \cdot 0,45 = 0,360 \text{ kN/m}$ da 0 a 5,3m (distribuiti uniformemente)

$G_2^* = 0,88 \cdot 0,45 = 0,180 \text{ kN/m}$ (da 0a 2.85 m)

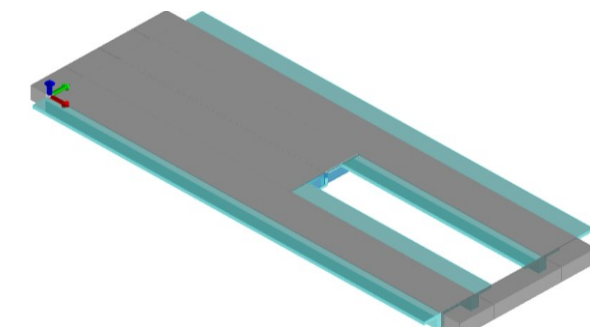
$Q_1 = 0,98 \cdot 0,45 = 0,441 \text{ kN/m}$ da 0 a 5,3m (distribuiti uniformemente)

$Q_1^* = 0,98 \cdot 0,45 = 0,220 \text{ kN/m}$ (da 0a 2.85 m)

*Incremento dovuto al taglio del travetto con conseguente scarico nei travetti limitrofi.

7 AZIONI DI PROGETTO

Nei successivi paragrafi sono indicate le azioni agenti sul solaio di copertura. Nel prosieguo si indicano tipo di analisi strutturale condotta (statico, dinamico, lineare o non lineare) e il metodo adottato per la risoluzione del problema strutturale nonché le metodologie seguite per la verifica o per il progetto-verifica delle sezioni. Si riportano le combinazioni di carico adottate e, nel caso di calcoli non lineari, i percorsi di carico seguiti; le configurazioni studiate per la struttura in esame *sono risultate effettivamente esaustive per la progettazione-verifica.*



La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso deformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F}$ dove \mathbf{K} = matrice di rigidezza

\mathbf{u} = vettore spostamenti nodali

\mathbf{F} = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono i seguenti:

- Elemento tipo **TRUSS** (biella-D2)
- Elemento tipo **BEAM** (trave-D2)
- Elemento tipo **MEMBRANE** (membrana-D3)
- Elemento tipo **PLATE** (piastra-guscio-D3)
- Elemento tipo **BOUNDARY** (molla)
- Elemento tipo **STIFFNESS** (matrice di rigidezza)
- Elemento tipo **BRICK** (elemento solido)
- Elemento tipo **SOLAIO** (macro elemento composto da più membrane)

Nei paragrafi successivi si riporta il calcolo delle azioni principali gravanti sulla struttura.

7.1 AZIONE DELLA NEVE

Si ipotizza che il carico neve agisca in direzione verticale ed è riferito alla proiezione orizzontale della copertura; il suo valore è fornito dall'espressione al cap. 3 - azioni sulle costruzioni - par. 3.3 e 3.4 del D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Dati di progetto :

Località: ROMA

Provincia: ROMA

Regione: LAZIO

Coordinate GPS:

Latitudine : 41,89500 N

Longitudine: 12,48200 E

Altitudine s.l.m.: 20,0 m

Zona Neve = III

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

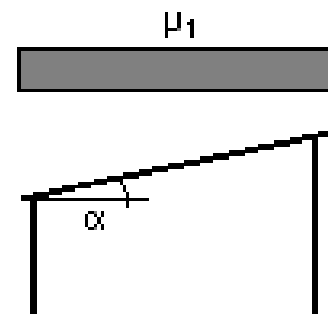
Valore caratteristico del carico al suolo = $q_{sk} C_e = 60 \text{ daN/mq}$

Copertura a due falde:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

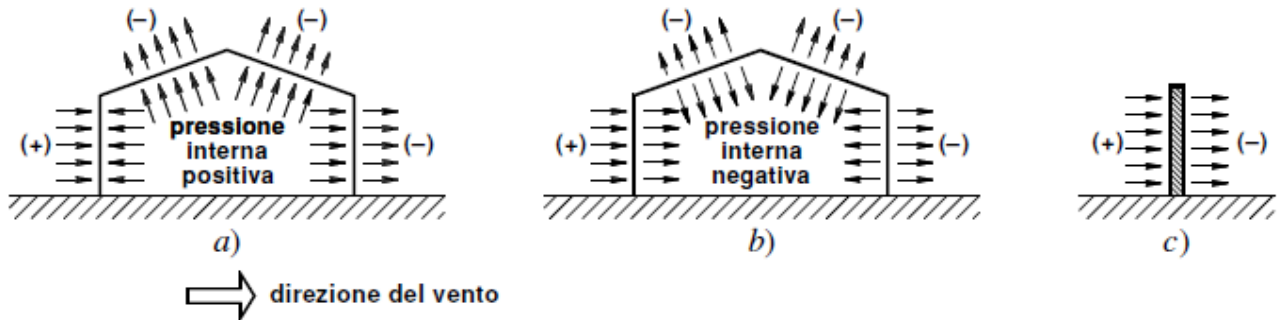
$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 48 \text{ daN/mq}$

Carico da neve



7.2 AZIONE DEL VENTO

Le azioni del vento, di norma considerate con direzione orizzontale, provocano effetti dinamici e vengono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti costituite da pressioni (positive) e da depressioni (negative), che agiscono sulle superfici interne ed esterne di una costruzione.



DETERMINAZIONE AZIONE VENTO:

Zona vento = 3

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 27 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 500 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 20 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 27,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_r = 1$ per $T_r = 50$ anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 27,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: A

[Aree urbane con almeno il 15% della superficie coperta da edifici la cui altezza media superi 15 m]

Categoria esposizione: (Entroterra fino a 30 km dal mare) tipo IV

($K_r = 0,22$; $Z_o = 0,30 \text{ m}$; $Z_{min} = 8 \text{ m}$)

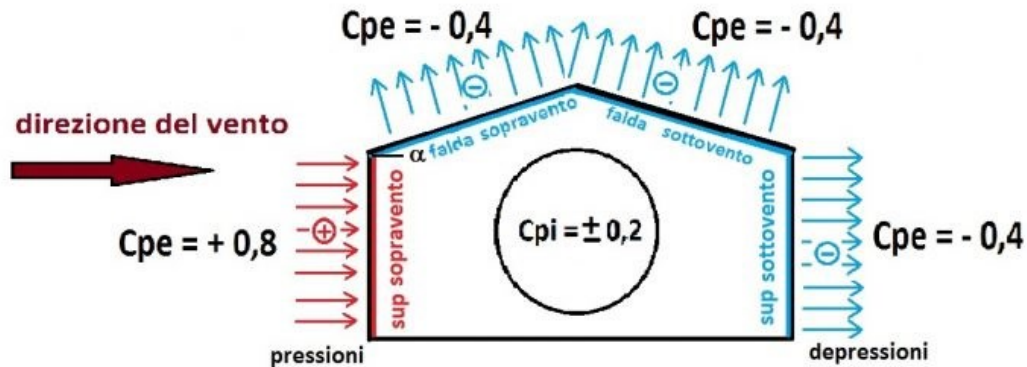
Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 46 \text{ daN/mq}$

Coefficiente di forma (C_p)

Per la definizione dei coefficienti di forma interni ed esterni, sfruttiamo le seguenti ipotesi:

- angolo di inclinazione $\alpha < 20^\circ$
- superficie delle aperture inferiore a 1/3 di quella totale

Pertanto, i coefficienti di forma risultano i seguenti:



Per i segni di pressioni e depressioni si farà riferimento alla convenzione prevista dalla norma:

- I valori positivi (in rosso) sono relativi a pressioni
- I valori negativi (in celeste) sono relativi a depressioni

Il coefficiente di pressione in tal caso sarà pari a:

$$C_p = c_{pe} + c_{pi} = -0,4 \pm 0,2$$

la combinazione più gravosa è quella con segno negativo, quindi si ottiene:

$$C_p = -0,4 - 0,2 = -0,6$$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,63$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

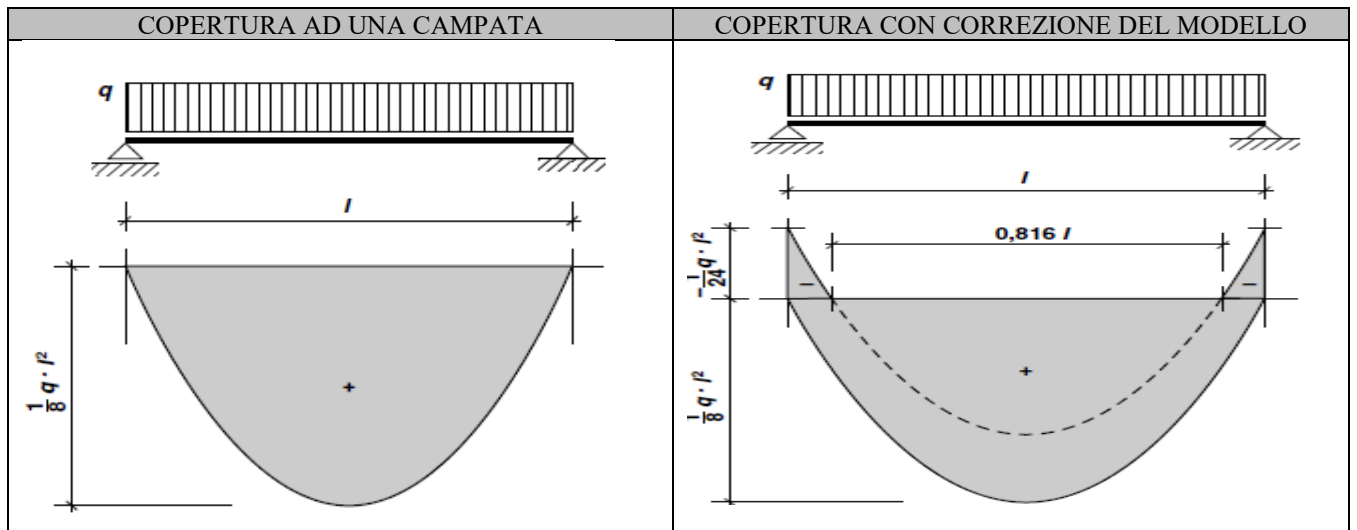
Altezza dell'edificio, $h = 8,00$ m

$$\text{Pressione del vento } (p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d) = -45 \text{ daN/mq}$$

La pressione esercitata dal vento sulla copertura è in depressione, conseguenzialmente per ragioni di sicurezza non verrà computata nei calcoli in quanto determina un'azione a favore di sicurezza.

8 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

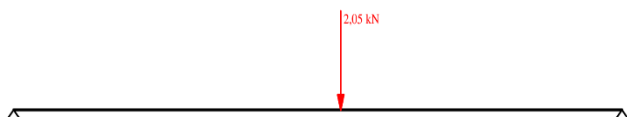
A fini pratici, per la modellazione Ante Operam si considera l'ipotesi di solaio non caricato sugli appoggi, quale solaio di copertura. È consigliabile considerare le estremità delle travi semplicemente appoggiate, questa ipotesi ci consente di massimizzare lo stato di sollecitazione dei travetti sotto l'azione di carichi permanenti e variabili assegnati. Nel caso in esame essendo il solaio composto da travi in c.a. è opportuno considerare un momento di incastro $M_i = \frac{q \cdot l^2}{24}$



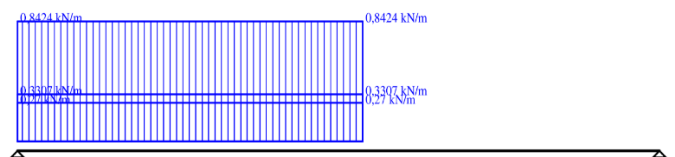
Nella fase Post Operam alle sollecitazioni agenti in fase Ante Operam saranno aggiunte le sollecitazioni determinate dal taglio del travetto che genera sui travetti limitrofi una nuova distribuzione di carico, schematizzato come:

- Carico puntuale agente all'intersezione tra il nuovo cordolo di collegamento e il travetto limitrofo esistente
- Carico uniformemente ripartito dovuto al solaio ancora presente del travetto tagliato agente sul travetto limitrofo

CARICO PUNTUALE



CARICO RIPARTITO



9 METODO DI ANALISI

Per l'analisi dell'azione di calcolo si è fatto riferimento alla combinazione fondamentale generalmente impiegata per gli Stati Limite ultimi [2.5.3 – NTC-2018] e al punto [7.3.6.1 NTC-2018] - Verifiche degli elementi strutturali in termini di resistenza .In questo caso la verifica è stata effettuata adottando il modello di trave a seconda della forma in pianta dell'impalcato. Il modello a trave, più semplice, prevede la verifica a taglio e flessione delle sezioni più sollecitate che andranno di volta in volta determinate in funzione dello schema statico (appoggi, luce, altezza della soletta, ...)

Da una prima disamina, si conclude, che il taglio del travetto necessario per l'intervento , determina un incremento effettivo di carico sui travetti adiacenti di 104 kg/m ossia 1,04 kN/m esteso per una distanza di 285 cm.

Nei paragrafi successivi si effettua una verifica locale del travetto in riferimento allo stato di fatto Ante Operam, allo stato di progetto "Post Operam" e in conclusione si effettua un'analisi d'insieme della parte di solaio interessata dall'intervento.

10 VERIFICHE STRUTTURALI

Per le verifiche strutturali si è utilizzato il Metodo agli Stati Limite (M.S.L.).

E' basato sul principio che, anche oltre il campo elastico, il materiale possiede ancora notevoli risorse di resistenza senza che si abbia un incremento delle tensioni interne, proprieta` questa che si definisce duttilita` e quindi vengono conservate le caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale. Un materiale duttile, oltre il campo elastico, si plasticizza con deformazioni permanenti, rimanendo pero` in sicurezza. Una struttura o una sua parte raggiunge uno stato limite quando non e` piu` in grado di soddisfare le funzioni per le quali e` stata progettata; si possono avere:

- Stato Limite Ultimo (S.L.U.): corrisponde al limite ultimo della capacita` portante di una struttura o di un suo elemento, oltre il quale si ha il collasso;
- Stato Limite di Esercizio (S.L.E.): corrisponde al normale utilizzo della struttura, oltre il quale non soddisfa piu` una o piu` prestazioni per le condizioni di servizio.

Con il M.S.L. il procedimento di calcolo per la valutazione della sicurezza di un elemento strutturale o di una struttura viene cosi` sviluppato:

- 1) si assumono i valori caratteristici (o nominali) delle azioni esterne (carichi) e delle resistenze dei materiali: per le prime vengono assunti con il frattile 95% (si ha il 95% di probabilita` che la loro intensita` non venga superata durante la vita della costruzione), e per le seconde con il frattile 5% (si ha solo il 5% di probabilita` che le resistenze effettive dei materiali non siano inferiori a quelle previste); in questo modo vengono considerate le relative inevitabili incertezze;
- 2) si determinano i valori di calcolo applicando dei coefficienti parziali ai valori caratteristici, amplificativi per le azioni e riduttivi per le resistenze dei materiali;
- 3) vengono determinate le caratteristiche di sollecitazione con un'analisi lineare, ipotizzando una proporzionalita` tra sforzi e deformazioni;
- 4) la verifica di sicurezza allo S.L.U. e` positiva se risulta:

$$Ed \leq Rd$$

dove:

Ed = valori di progetto delle caratteristiche di sollecitazione

Rd = valori limite delle resistenze di progetto.

9.1 ANALISI E VERIFICHE LOCALI SOLAIO COPERTURA

Nel seguente paragrafo viene effettuata una verifica sullo stato di fatto a flessione e taglio relativa ad una unica campata sotto le ipotesi di trave doppiamente appoggiata con conseguente correzione del modello considerando un momento di incastro $M_i = \frac{q \cdot l^2}{24}$

Le analisi dei carichi agenti sui solai sono presenti nel paragrafo 6.1. Si ricorda che:

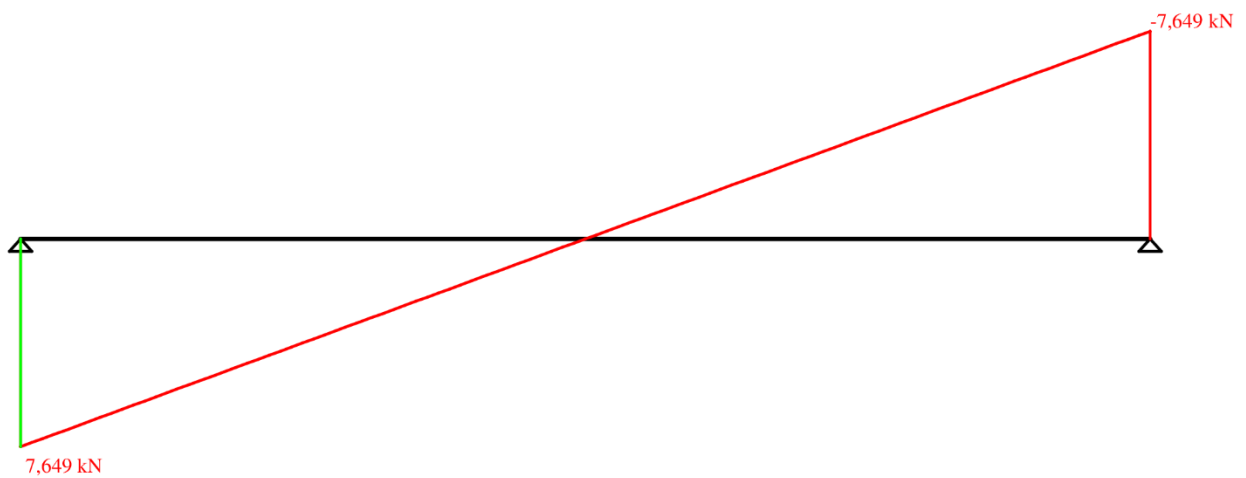
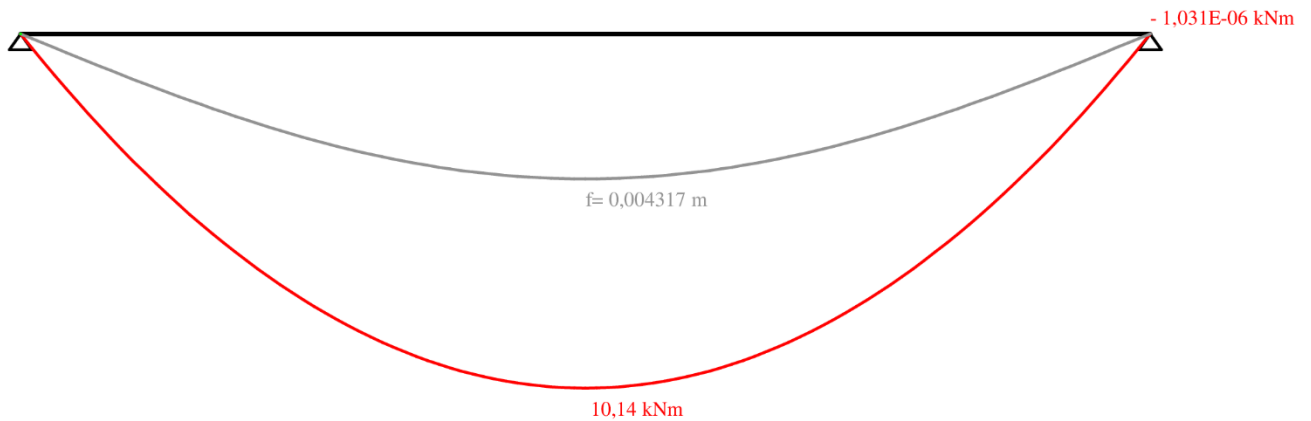
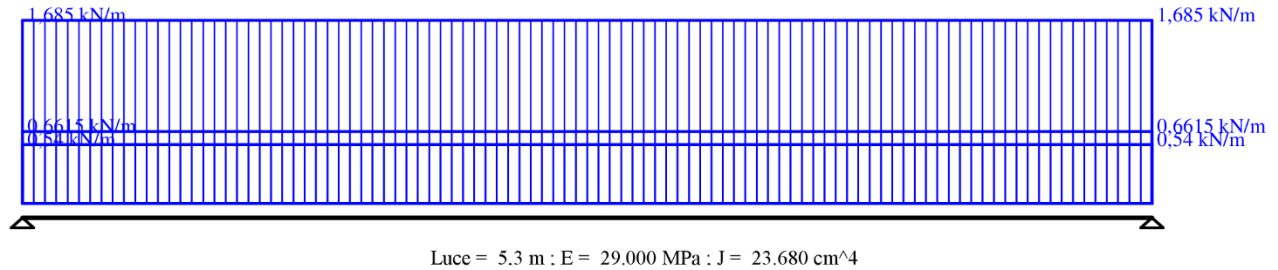
- Le verifiche che si effettueranno sono riferite ad una fascia di solaio larga 45 cm ossia un travetto.
- Il solaio è in laterocemento gettato in opera, ha un'altezza strutturale pari a 25 cm, con luce pari a 5,30 m ,è costituito:
 - Travetti prefabbricati aventi altezza 20cm e larghezza pari a 10 cm con interasse di 45 cm, aventi Armature longitudinali “**Fe B 44 k**”
 - Armatura inferiore 2 Ø 10
 - Armatura superiore 1 Ø 10
 - Soletta di 5 cm, priva di rete elettrosaldata

9.1.1 VERIFICHE LOCALI DEL TRAVETTO STATO DI FATTO (VINCOLO APPOGGIO APPOGGIO)

COMBINAZIONE DI CARICO: PERMANENTI + VARIABILI

$$Q = G1 \gamma_{g1} + G2 \gamma_{g2} + Q1 \gamma_{q1} = 2,549 \text{ kN/m} \quad (\gamma_{g1} = 1.30; \gamma_{g2} = 1.50; \gamma_{q1} = 1.50)$$

Nel medesimo caso si è considerato contemporaneamente agenti sulla copertura entrambi i carichi variabili.



Nel caso in esame essendo il solaio composto da travi in c.a. e` opportuno considerare un momento di incastro $M_i = \frac{q \cdot l^2}{24}$ esplicitato nelle verifiche

VERIFICA A FLESSIONE IN CAMPATA:MOMENTO AGENTE $M_D = (Q L^2) / 8 = 10,13 \text{ kN}\cdot\text{m}$ MOMENTO RESISTENTE $M_R = 14,93 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_D < M_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)**VERIFICA A FLESSIONE IN APPOGGIO CORREZIONE DEL MODELLO :**MOMENTO AGENTE $M_D = (Q L^2) / 24 = - 3,378 \text{ kN}\cdot\text{m}$ MOMENTO RESISTENTE $M_R = - 5,14 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_D < M_R$ VERIFICA POSITIVA (Ok)**VERIFICA A TAGLIO IN APPOGGIO :**TAGLIO AGENTE $V_D = (Q L) / 2 = 7,64 \text{ kN}$ TAGLIO RESISTENTE $V_R = 15,51 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $V_D < V_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)**FRECCE IN ESERCIZIO:**

Deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$G_k = G_1 + G_2$$

$$U_{1i} = ((5 G_k L^4) / (384 E_m J_x)) = 3,59 \text{ mm}$$

Deformazione istantanea per effetto dei carichi variabili:

$$U_{2i} = ((5 Q_1 L^4) / (384 E_m J_x))) = 0,47 \text{ mm}$$

Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$U_{\text{finale}} = U_{1i} + U_{2i} = 4,06 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE:

— Deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$\text{Freccia limite} = \text{luce}/500 = 5300/500 = 10.66 \text{ mm}$$

$$U_{1i} = 3,59 \text{ mm} < \text{Freccia limite } 10.66 \text{ mm VERIFICA POSITIVA (Ok)}$$

— Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$\text{Freccia limite} = \text{luce}/250 = 5300/250 = 21.2 \text{ mm}$$

$$U_{\text{finale}} = 4,06 \text{ mm} < \text{Freccia limite } 21.2 \text{ mm VERIFICA POSITIVA (Ok)}$$

RISULTATI VERIFICHE

VERIFICHE



9.1.2 VERIFICHE LOCALI DEL TRAVETTO STATO DI PROGETTO

La prima ipotesi sul comportamento del solaio sottoposto al taglio del travetto, prevede lo scarico con un carico puntuale agente sul nodo di collegamento tra il travetto tagliato e i travetti limitrofi. Le sollecitazioni sono massimizzate considerando i due schemi di carico più gravosi:

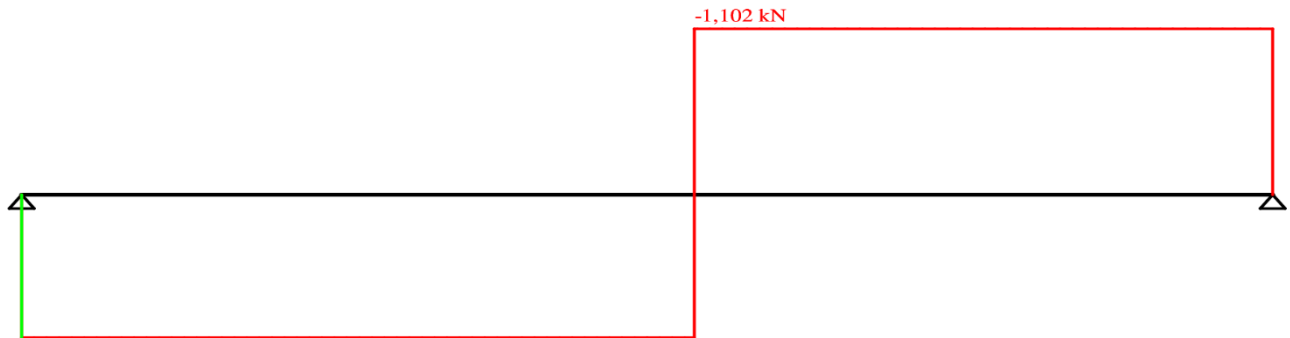
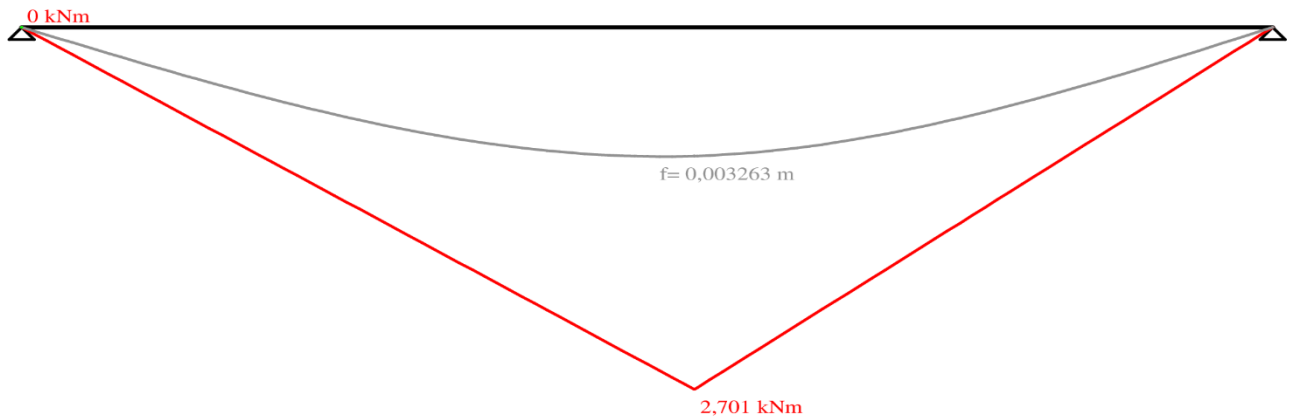
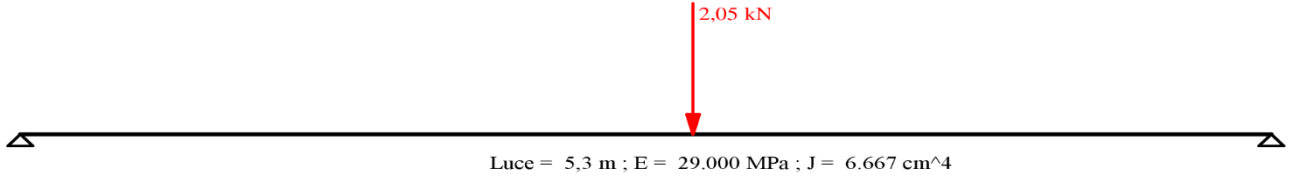
- Trave Appoggiata-Appoggiata
- Trave Incastrata-Incastrata

Il carico di punta agente sarà applicato a 2,85 m (nodo di collegamento) e di modulo pari 2,05 kN (1,04 kn/m per metà della sua luce(2,85 m /2)).

SOLLECITAZIONI AGENTI VINCOLO (VINCOLO APPOGGIO APPOGGIO)

COMBINAZIONE DI CARICO: PERMANENTI + VARIABILI

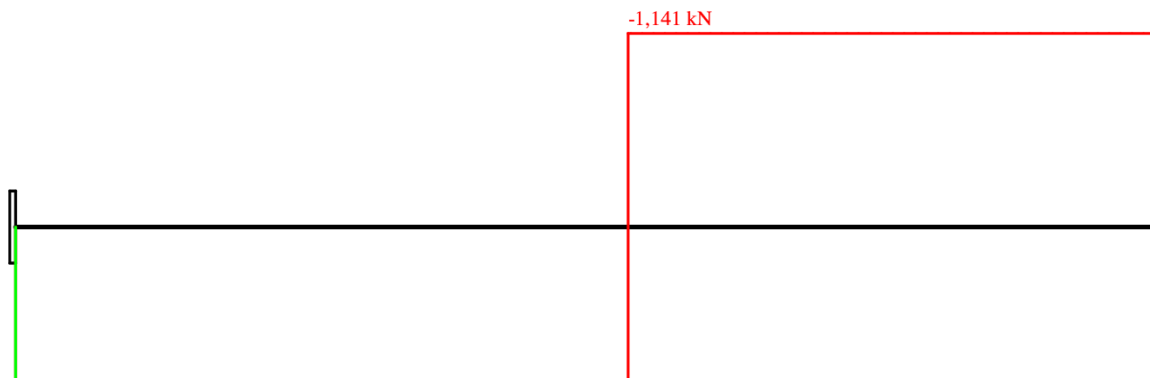
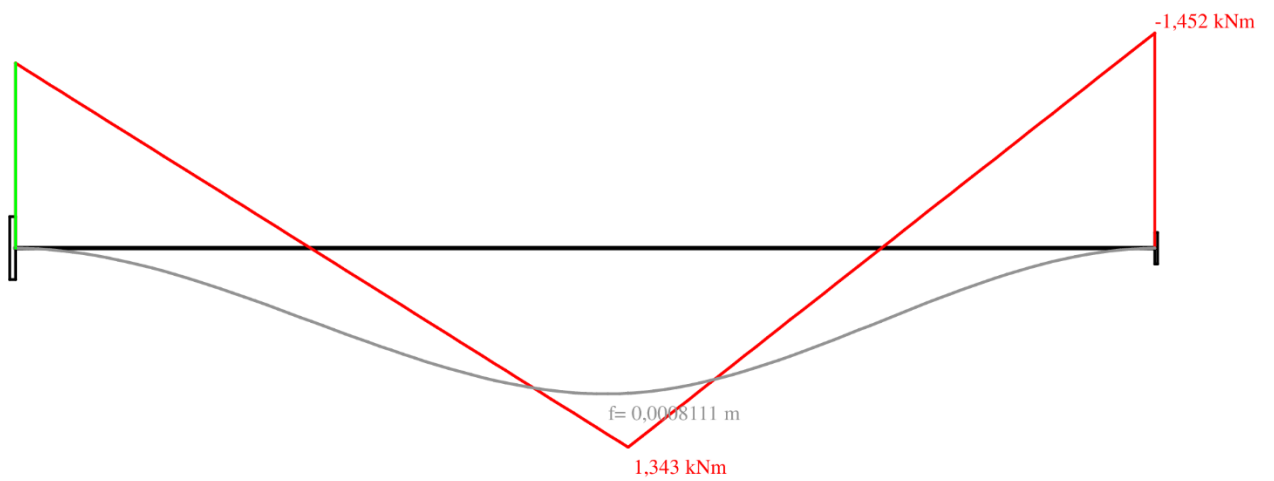
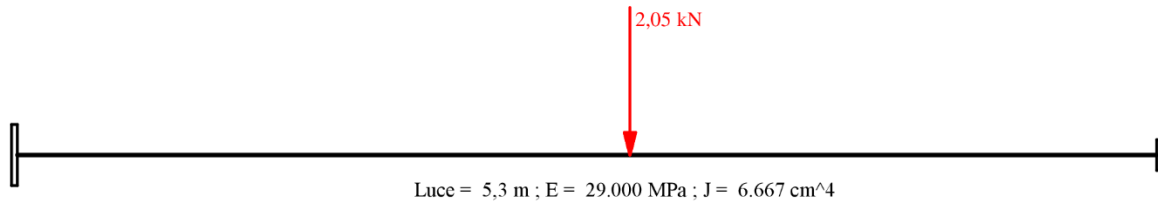
$$Q = ((G1 \gamma_{g1} + G2 \gamma_{g2} + Q1 \gamma_{q1}) \cdot 2,85) / 2 = 1,44 \times 2,85 / 2 = 2,05 \text{ kN} \quad (\gamma_{g1} = 1.30; \quad \gamma_{g2} = 1.50; \quad \gamma_{q1} = 1.50)$$



SOLLECITAZIONI AGENTI (VINCOLO INCASTRO -INCASTRO)

COMBINAZIONE DI CARICO: PERMANENTI + VARIABILI

$$Q = ((G1 \gamma_{g1} + G2 \gamma_{g2} + Q1 \gamma_{q1}) \cdot 2,85) / 2 = 1,44 \times 2,85 / 2 = 2,05 \text{ kN} \quad (\gamma_{g1} = 1.30; \quad \gamma_{g2} = 1.50; \quad \gamma_{q1} = 1.50)$$



VERIFICA A FLESSIONE IN CAMPATA:

MOMENTO AGENTE $M_{\text{stato di fatto}} + M_{\text{stato di progetto}} = 10,13 \text{ kN}\cdot\text{m} + 2,701 \text{ kN}\cdot\text{m} = 12,831 \text{ kN}\cdot\text{m}$

MOMENTO RESISTENTE $M_R = 14,93 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_D < M_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)

VERIFICA A FLESSIONE IN APPOGGIO CORREZIONE DEL MODELLO :

MOMENTO AGENTE $M_{\text{stato di fatto}} + M_{\text{stato di progetto}} = -3,378 \text{ kN}\cdot\text{m} - 1,452 \text{ kN}\cdot\text{m} = -4,83 \text{ kN}\cdot\text{m}$

MOMENTO RESISTENTE $M_R = -5,14 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_D < M_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)

VERIFICA A TAGLIO IN APPOGGIO :

TAGLIO AGENTE $V_{\text{stato di fatto}} + V_{\text{stato di progetto}} = (V_D = (Q L) / 2 = 7,64 \text{ kN} + 1,41 \text{ kN} = 9,05 \text{ kN}$

TAGLIO RESISTENTE $V_R = 15,51 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_D < V_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)

FRECCE IN ESERCIZIO:

Incremento deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$G_k = G_1 + G_2$$

$$U_{1i \text{ STATO DI PROGETTO}} = ((5 G_k L^4) / (384 E_m J_x)) = 0,14 \text{ mm}$$

Incremento deformazione istantanea per effetto dei carichi variabili:

$$U_{2i \text{ STATO DI PROGETTO}} = ((5 Q_1 L^4) / (384 E_m J_x)) = 0,02 \text{ mm}$$

Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$U_{\text{finale STATO DI PROGETTO}} = U_{1i} + U_{2i} = + 0,16 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE SLE :

— Deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$\text{Freccia limite} = \text{luce}/500 = 5300/500 = 10,66 \text{ mm}$$

$$U_{1i \text{ STATO DI FATTO}} + U_{1i \text{ STATO DI PROGETTO}} = 3,63 \text{ mm} < \text{Freccia limite} 10,66 \text{ mm VERIFICA POSITIVA (OK)}$$

— Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$\text{Freccia limite} = \text{luce}/250 = 5300/250 = 21,2 \text{ mm}$$

$$U_{\text{finale STATO DI FATTO}} + U_{\text{finale STATO DI PROGETTO}} = 4,22 \text{ mm} < \text{Freccia limite} 21,2 \text{ mm VERIFICA POSITIVA (OK)}$$



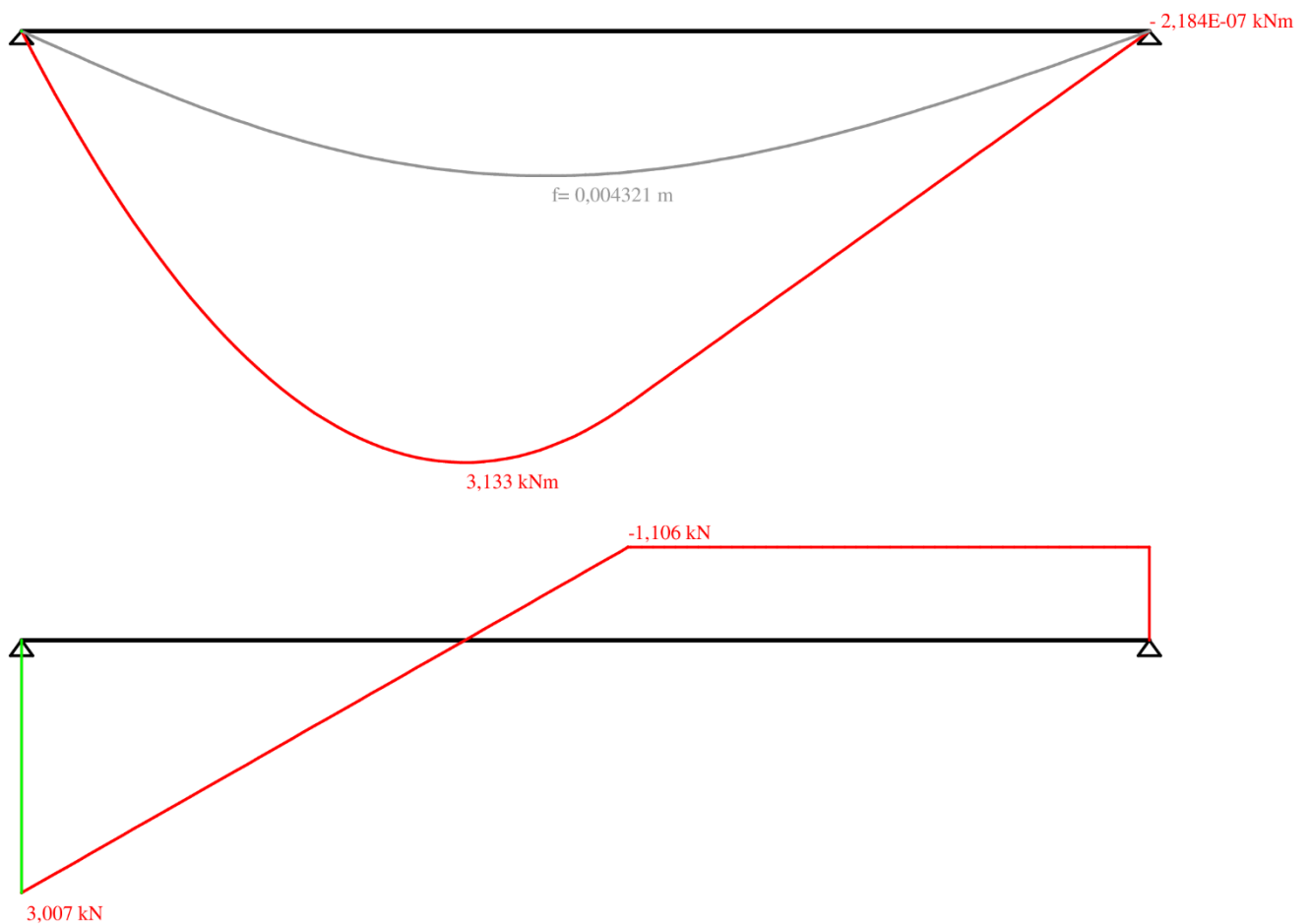
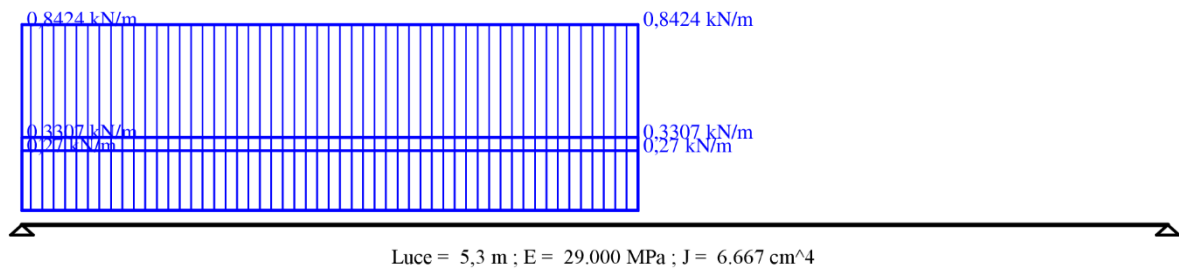
9.1.3 VERIFICHE LOCALI DEL TRAVETTO STATO DI PROGETTO

La seconda ipotesi di calcolo dovuta all'intervento in oggetto prevede un incremento di carico sui travetti adiacenti l'apertura, prossimo a 104 kg/m ossia 1,04 kn/m sotto ipotesi che il carico sia spalmato uniformemente per una distanza di 285 cm.

SOLLECITAZIONI AGENTI VINCOLO (VINCOLO APPOGGIO APPOGGIO)

COMBINAZIONE DI CARICO: PERMANENTI + VARIABILI

$$Q = G1 \gamma_{g1} + G2 \gamma_{g2} + Q1 \gamma_{q1} = 11,175 \text{ kN/m} \quad (\gamma_{g1} = 1.30; \quad \gamma_{g2} = 1.50; \quad \gamma_{q1} = 1.50)$$



Il modello viene corretto nelle verifiche considerando un momento di incastro $M_i = \frac{q \cdot l^2}{24}$ esplicitato

VERIFICA A FLESSIONE IN CAMPATA:

MOMENTO AGENTE $M_{\text{stato di fatto}} + M_{\text{stato di progetto}} = (Q L^2) / 8 = 10,13 \text{ kN}\cdot\text{m} + 3,13 \text{ kN}\cdot\text{m} = 13,26 \text{ kN}\cdot\text{m}$

MOMENTO RESISTENTE $M_R = 14,93 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_D < M_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)

VERIFICA A FLESSIONE IN APPOGGIO CORREZIONE DEL MODELLO :

MOMENTO AGENTE $M_{\text{stato di fatto}} + M_{\text{stato di progetto}} = (Q L^2) / 24 = -3,378 \text{ kN}\cdot\text{m} - 1,253 \text{ kN}\cdot\text{m} = -4,631 \text{ kN}\cdot\text{m}$

MOMENTO RESISTENTE $M_R = -5,14 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_D < M_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)

VERIFICA A TAGLIO IN APPOGGIO :

TAGLIO AGENTE $V_{\text{stato di fatto}} + V_{\text{stato di progetto}} = (V_D = (Q L) / 2 = 7,64 \text{ kN} + 3,07 \text{ kN} = 10,71 \text{ kN}$

TAGLIO RESISTENTE $V_R = 15,51 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_D < V_R$ VERIFICA POSITIVA (OK)

FRECCE IN ESERCIZIO:

Incremento deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$G_k = G_1 + G_2$$

$$U_{1i \text{ STATO DI PROGETTO}} = ((5 G_k L^4) / (384 E_m J_x)) = 0,1452 \text{ mm}$$

Incremento deformazione istantanea per effetto dei carichi variabili:

$$U_{2i \text{ STATO DI PROGETTO}} = ((5 Q_1 L^4) / (384 E_m J_x)) = 0,0189 \text{ mm}$$

Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$U_{\text{finale STATO DI PROGETTO}} = U_{1i} + U_{2i} = 0,1452 + 0,0189 = 0,1641 \text{ mm}$$

VERIFICHE DI DEFORMAZIONE SLE :

— Deformazione istantanea per effetto dei carichi permanenti:

$$\text{Freccia limite} = \text{luce}/500 = 5300/500 = 10,66 \text{ mm}$$

$$U_{1i \text{ STATO DI FATTO}} + U_{1i \text{ STATO DI PROGETTO}} = 3,77 \text{ mm} < \text{Freccia limite} 10,66 \text{ mm VERIFICA POSITIVA (Ok)}$$

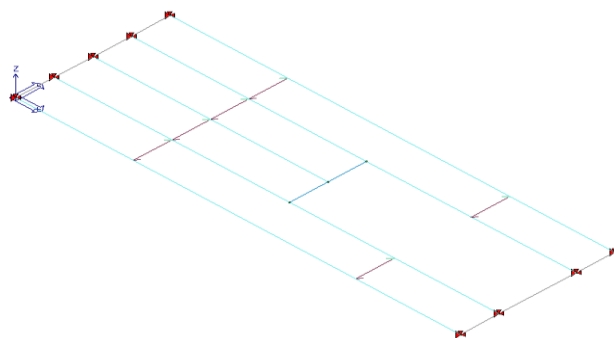
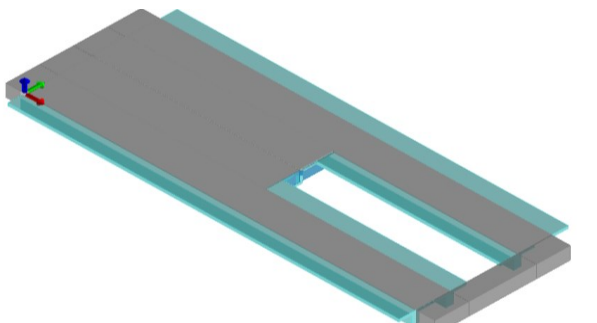
— Deformazione finale per effetto dei carichi permanenti + variabili:

$$\text{Freccia limite} = \text{luce}/250 = 5300/250 = 21,2 \text{ mm}$$

$$U_{\text{finale STATO DI FATTO}} + U_{\text{finale STATO DI PROGETTO}} = 4,22 \text{ mm} < \text{Freccia limite} 21,2 \text{ mm VERIFICA POSITIVA (Ok)}$$

9.2 ANALISI E VERIFICHE GLOBALI DEL SOLAIO DI COPERTURA

In conclusione si effettua un'analisi d'insieme della parte di solaio interessata dall'intervento. Nel caso in esame il solaio viene schematizzato con un modello di "trave continua", che consente di individuare lo stato di sollecitazione dei travetti sotto l'azione di



carichi permanenti e variabili assegnati.

Il calcolo delle sollecitazioni e la verifica delle stesse sono effettuate mediante programma di calcolo *PRO_SAP* v.18.3 Beta.

9.2.1 MODELLAZIONE DELLE SEZIONI

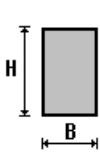
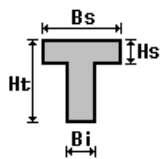
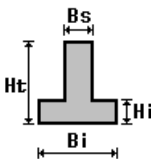
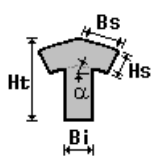
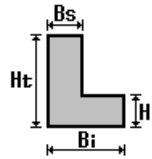
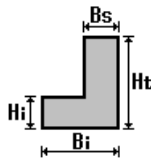
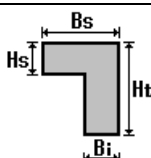
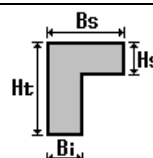
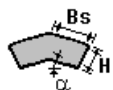
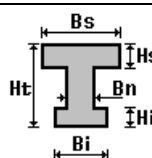
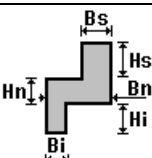
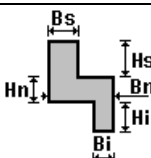
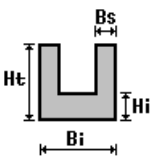
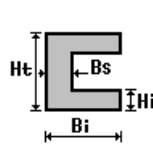
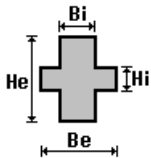
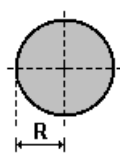
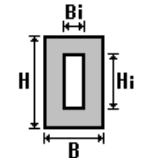
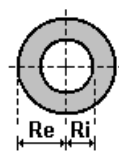
Il programma consente l'uso di sezioni diverse. Sono previsti i seguenti tipi di sezione:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TABELLA SEZIONI

Id	Tipo	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
		cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	Rettangolare: b=25 h=25	625.00	520.83	520.83	5.491e+04	3.255e+04	3.255e+04	2604.17	2604.17	3906.25	3906.25
2	Rettangolare: b=10 h=20	200.00	166.67	166.67	4566.67	1666.67	6666.67	333.33	666.67	500.00	1000.00
13	T ribassata: bi=10 ht=25 bs=45 hs=5	425.00	0.0	0.0	7977.08	3.964e+04	2.368e+04	1761.57	1424.96	3031.25	2559.03

9.2.2 MODELLAZIONE STRUTTURA: NODI

Il programma utilizza per la modellazione nodi strutturali.

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

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

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

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

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

Per strutture sismicamente isolate viene inoltre inserita la tabella delle caratteristiche per gli isolatori utilizzati; le caratteristiche sono indicate in conformità al cap. 7.10 del D.M. 17/01/18

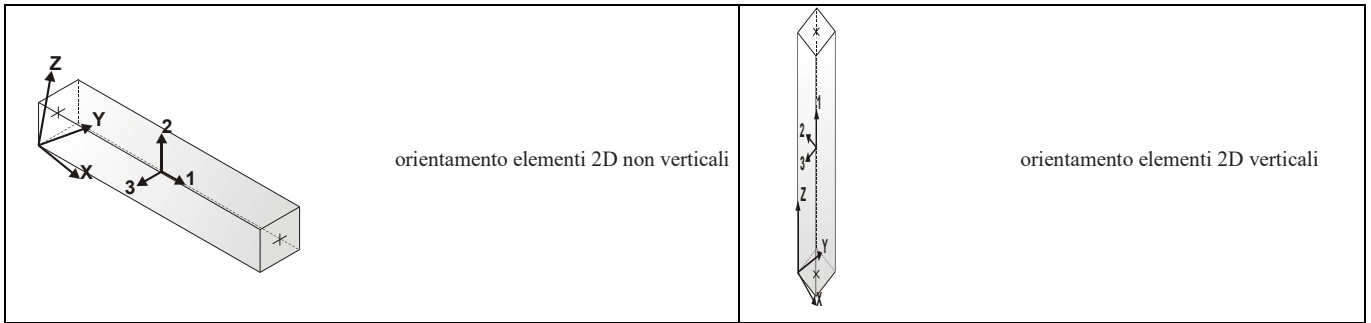
TABELLA DATI NODI

Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
5	275.0	45.0	0.0	6	275.0	135.0	0.0	12	275.0	90.0	0.0

Nodo	X	Y	Z	Note	Rig. TX	Rig. TY	Rig. TZ	Rig. RX	Rig. RY	Rig. RZ
	cm	cm	cm		daN/cm	daN/cm	daN/cm	daN cm/rad	daN cm/rad	daN cm/rad
1	0.0	45.0	0.0	v=111111						
2	520.0	45.0	0.0	v=111111						
3	0.0	135.0	0.0	v=111111						
4	520.0	135.0	0.0	v=111111						
7	0.0	0.0	0.0	v=111111						
8	520.0	0.0	0.0	v=111111						
9	0.0	90.0	0.0	v=111111						
10	0.0	180.0	0.0	v=111111						
11	520.0	180.0	0.0	v=111111						

9.2.3 MODELLAZIONE STRUTTURA: ELEMENTI TRAVE

Il programma utilizza per la modellazione elementi a due nodi denominati in generale travi. Ogni elemento trave è individuato dal nodo iniziale e dal nodo finale. Ogni elemento è caratterizzato da un insieme di proprietà riportate in tabella che ne completano la modellazione.



In particolare per ogni elemento viene indicato in tabella:

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

TABELLA VINCOLI

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Rotaz.	Svincolo I	Svincolo J	Wink V	Wink O
1	Trave	1	5	1	13	gradi			daN/cm3	daN/cm3
2	Trave	3	6	1	13					
3	Trave	5	2	1	13					
4	Trave	6	4	1	13					
5	Trave	5	12	1	2					
6	Trave	1	9	1	1					
7	Trave	7	8	1	13					
8	Trave	4	11	1	1					
9	Trave	10	11	1	13					
10	Trave	9	12	1	13					
11	Trave	3	10	1	1					
12	Trave	12	6	1	2					
13	Trave	7	1	1	1					
14	Trave	9	3	1	1					
15	Trave	8	2	1	1					
16	Trave	2	4	1	1					

9.2.4 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA: ELEMENTI SOLAIO-PANNELLO

Il programma utilizza per la modellazione elementi a tre o più nodi denominati in generale solaio o pannello. Ogni elemento solaio-pannello è individuato da una poligonale di nodi 1,2, ..., N.

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

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

L'elemento pannello è utilizzato solo per l'applicazione dei carichi, quali pesi delle tamponature o spinte dovute al vento o terre. In questo caso i carichi sono applicati in analogia agli altri elementi strutturali (si veda il cap. schematizzazione dei casi di carico).

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

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

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

Nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione dei solai con le tensioni ammissibili vengono riportate le massime tensioni nell'elemento (massima compressione nel calcestruzzo, massima tensione nell'acciaio, massima tensione tangenziale);

nel caso in cui si sia proceduto alla progettazione con il metodo degli stati limite vengono riportati il rapporto x/d e le verifiche per sollecitazioni proporzionali nonché le verifiche in esercizio. In particolare i simboli utilizzati in tabella assumono il seguente significato:

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

TABELLA SOLAIO

ID Arch.	Tipo	G1k	G2k	Qk	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
1	Neve	0.00*	0.80	0.48		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

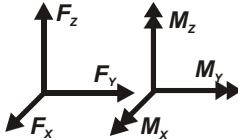
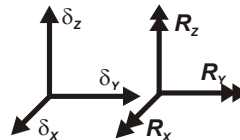
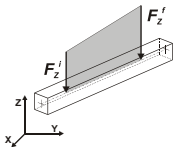
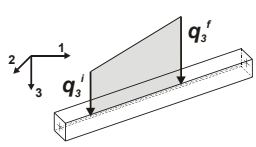
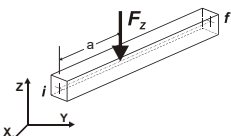
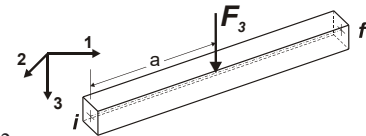
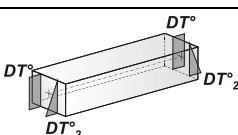
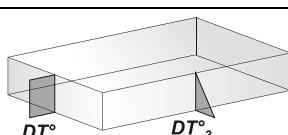
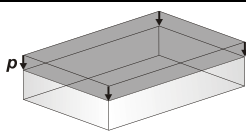
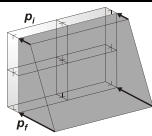
Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k	G2k	Qk	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
						kN/ m2	kN/ m2	kN/ m2					
1	SM	1	m=1	1.0	90.0	0.00*	0.80	0.48	8	2	5	1	7
2	SM	1	m=1	1.0	90.0	0.00*	0.80	0.48	5	12	9	1	
3	SM	1	m=1	5.0	90.0	0.00*	0.80	0.48	12	6	3	9	
4	SM	1	m=1	1.0	90.0	0.00*	0.80	0.48	6	4	11	10	3

G_{1k} è stato computato come peso proprio degli elementi strutturali (travetti)

9.2.5 MODELLAZIONE DELLE AZIONI

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

1	carico concentrato nodale 6 dati (forza F_x, F_y, F_z , momento M_x, M_y, M_z)
2	spostamento nodale impresso 6 dati (spostamento T_x, T_y, T_z , rotazione R_x, R_y, R_z)
3	carico distribuito globale su elemento tipo trave 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_x, f_y, f_z, m_x, m_y, m_z$, ascissa di fine carico)
4	carico distribuito locale su elemento tipo trave 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di inizio carico) 7 dati ($f_1, f_2, f_3, m_1, m_2, m_3$, ascissa di fine carico)
5	carico concentrato globale su elemento tipo trave 7 dati ($F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$, ascissa di carico)
6	carico concentrato locale su elemento tipo trave 7 dati ($F_1, F_2, F_3, M_1, M_2, M_3$, ascissa di carico)
7	variazione termica applicata ad elemento tipo trave 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza al nodo iniziale e finale)
8	carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra 1 dato (pressione)
9	carico di pressione variabile su elemento tipo piastra 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
10	variazione termica applicata ad elemento tipo piastra 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
11	carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra 1 dato descrizione della tipologia 4 dati per segmento (posizione, valore, posizione, valore) la tipologia precisa l'ascissa di definizione, la direzione del carico, la modalità di carico e la larghezza d'influenza per gli elementi tipo trave
12	gruppo di carichi con impronta su piastra 9 dati (numero di ripetizioni in direzione X e Y, valore di ciascun carico, posizione centrale del primo, dimensioni dell'impronta, interasse tra i carichi)

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

9.2.6 SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

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

Sono previsti i seguenti 11 tipi di casi di carico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

TABELLA CASI DI CARICO

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Gsk	CDC=G1sk (permanente solai-coperture)	
3	Gsk	CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.)	
4	Qsk	CDC=Qsk (variabile solai)	
5	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	

9.2.7 DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Il programma combina i diversi tipi di casi di carico (CDC) secondo le regole previste dalla normativa vigente. Le combinazioni previste sono destinate al controllo di sicurezza della struttura ed alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni. La prima tabella delle combinazioni riportata di seguito comprende le seguenti informazioni: Numero, Tipo, Sigla identificativa. Una seconda tabella riporta il peso nella combinazione assunto per ogni caso di carico.

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

Combinazione fondamentale SLU

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

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

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

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

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

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

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

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

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

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_f	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 1	
2	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 2	
3	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 3	
4	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 4	
5	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 5	
6	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 6	
7	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 7	
8	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 18	

Cmb	CDC 1/15...	CDC 2/16...	CDC 3/17...	CDC 4/18...	CDC 5/19...	CDC 6/20...	CDC 7/21...	CDC 8/22...	CDC 9/23...	CDC 10/24...	CDC 11/25...	CDC 12/26...	CDC 13/27...	CDC 14/28...
1	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0									
2	1.00	1.00	1.00	0.0	0.50									
3	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0									
4	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50									
5	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00									
6	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0									
7	1.00	1.00	1.00	0.0	0.20									
8	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0									
9	1.30	1.30	1.50	0.0	0.0									
10	1.30	1.30	1.50	0.0	0.75									
11	1.30	1.30	1.50	1.50	0.0									
12	1.30	1.30	1.50	1.50	0.75									
13	1.00	1.00	0.80	0.0	0.0									
14	1.00	1.00	0.80	0.0	0.75									
15	1.00	1.00	0.80	1.50	0.0									
16	1.00	1.00	0.80	1.50	0.75									
17	1.30	1.30	1.50	0.0	1.50									
18	1.00	1.00	0.80	0.0	1.50									



9.2.8 RISULTATI NODALI

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne i nodi strutturali, è possibile in relazione alle tabelle sottoriportate.

Una prima tabella riporta infatti per ogni nodo e per ogni combinazione (o caso di carico) gli spostamenti nodali. Una seconda tabella riporta per ogni nodo a cui sia associato un vincolo rigido e/o elastico o una fondazione speciale e per ogni combinazione (o caso di carico) i valori delle azioni esercitate dalla struttura sui vincoli (reazioni vincolari cambiate di segno). Una terza tabella, infine riassume per ogni nodo le sei combinazioni in cui si attingono i valori minimi e massimi della reazione Fz, della reazione Mx e della reazione My.

Nodo	Cmb	Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		cm	cm	cm			
1	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5	-3.27e-04	2.65e-04	-0.05	-2.62e-05	-3.77e-05	0.0
5	7	-2.86e-04	2.41e-04	-0.04	-2.38e-05	-3.29e-05	0.0
5	8	-2.76e-04	2.34e-04	-0.04	-2.32e-05	-3.17e-05	0.0
5	17	-4.51e-04	3.59e-04	-0.06	-3.56e-05	-5.20e-05	0.0
6	5	-3.27e-04	-2.65e-04	-0.05	2.62e-05	-3.77e-05	0.0
6	7	-2.86e-04	-2.41e-04	-0.04	2.38e-05	-3.29e-05	0.0
6	8	-2.76e-04	-2.34e-04	-0.04	2.32e-05	-3.17e-05	0.0
6	17	-4.51e-04	-3.59e-04	-0.06	3.56e-05	-5.20e-05	0.0
7	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	5	1.09e-03	0.0	-0.05	0.0	1.24e-04	0.0
12	7	1.01e-03	0.0	-0.04	0.0	1.15e-04	0.0
12	8	9.87e-04	0.0	-0.04	0.0	1.13e-04	0.0
12	17	1.47e-03	0.0	-0.06	0.0	1.68e-04	0.0
Nodo		Traslazione X	Traslazione Y	Traslazione Z	Rotazione X	Rotazione Y	Rotazione Z
		-4.51e-04	-3.59e-04	-0.06	-3.56e-05	-5.20e-05	0.0
		1.47e-03	3.59e-04	0.0	3.56e-05	1.68e-04	0.0

Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		kN	kN	kN	kN m	kN m	kN m
1	1	-0.05	-2.54e-03	-4.57	-9.04e-03	3.36	-1.01e-03
1	5	-0.05	-2.83e-03	-5.12	-0.01	3.82	-1.11e-03
1	6	-0.05	-2.54e-03	-4.57	-9.04e-03	3.36	-1.01e-03
1	7	-0.05	-2.60e-03	-4.68	-9.28e-03	3.45	-1.03e-03
1	8	-0.05	-2.54e-03	-4.57	-9.04e-03	3.36	-1.01e-03
1	13	-0.05	-2.45e-03	-4.41	-8.70e-03	3.22	-9.86e-04
1	17	-0.07	-3.82e-03	-6.92	-0.01	5.19	-1.49e-03
2	1	-0.05	0.01	-4.78	-0.09	-3.28	-0.01
2	5	-0.06	0.01	-5.17	-0.09	-3.67	-0.01
2	6	-0.05	0.01	-4.78	-0.09	-3.28	-0.01
2	7	-0.06	0.01	-4.86	-0.09	-3.36	-0.01
2	8	-0.05	0.01	-4.78	-0.09	-3.28	-0.01
2	13	-0.05	0.01	-4.67	-0.09	-3.17	-0.01
2	17	-0.08	0.02	-6.91	-0.12	-4.95	-0.02
3	1	-0.05	2.54e-03	-4.57	9.04e-03	3.36	1.01e-03
3	5	-0.05	2.83e-03	-5.12	0.01	3.82	1.11e-03
3	6	-0.05	2.54e-03	-4.57	9.04e-03	3.36	1.01e-03
3	7	-0.05	2.60e-03	-4.68	9.28e-03	3.45	1.03e-03
3	8	-0.05	2.54e-03	-4.57	9.04e-03	3.36	1.01e-03
3	13	-0.05	2.45e-03	-4.41	8.70e-03	3.22	9.86e-04
3	17	-0.07	3.82e-03	-6.92	0.01	5.19	1.49e-03
4	1	-0.05	-0.01	-4.78	0.09	-3.28	0.01
4	5	-0.06	-0.01	-5.17	0.09	-3.67	0.01
4	6	-0.05	-0.01	-4.78	0.09	-3.28	0.01
4	7	-0.06	-0.01	-4.86	0.09	-3.36	0.01
4	8	-0.05	-0.01	-4.78	0.09	-3.28	0.01
4	13	-0.05	-0.01	-4.67	0.09	-3.17	0.01
4	17	-0.08	-0.02	-6.91	0.12	-4.95	0.02
7	1	0.0	0.0	-3.58	-0.03	2.76	0.0
7	5	0.0	0.0	-3.86	-0.03	3.00	0.0
7	6	0.0	0.0	-3.58	-0.03	2.76	0.0
7	7	0.0	0.0	-3.64	-0.03	2.80	0.0
7	8	0.0	0.0	-3.58	-0.03	2.76	0.0
7	9	0.0	0.0	-4.74	-0.03	3.65	0.0
7	13	0.0	0.0	-3.50	-0.03	2.68	0.0
7	17	0.0	0.0	-5.16	-0.03	4.02	0.0
8	1	0.0	0.0	-3.58	-0.03	-2.76	0.0
8	5	0.0	0.0	-3.86	-0.03	-3.00	0.0
8	6	0.0	0.0	-3.58	-0.03	-2.76	0.0
8	7	0.0	0.0	-3.64	-0.03	-2.80	0.0
8	8	0.0	0.0	-3.58	-0.03	-2.76	0.0
8	9	0.0	0.0	-4.74	-0.03	-3.65	0.0
8	13	0.0	0.0	-3.50	-0.03	-2.68	0.0
8	17	0.0	0.0	-5.16	-0.03	-4.02	0.0
9	1	0.21	0.0	-3.79	0.0	2.64	0.0
9	5	0.23	0.0	-4.23	0.0	3.02	0.0
9	6	0.21	0.0	-3.79	0.0	2.64	0.0
9	7	0.21	0.0	-3.87	0.0	2.72	0.0
9	8	0.21	0.0	-3.79	0.0	2.64	0.0
9	13	0.20	0.0	-3.65	0.0	2.54	0.0
9	17	0.31	0.0	-5.72	0.0	4.11	0.0
10	1	0.0	0.0	-3.58	0.03	2.76	0.0
10	5	0.0	0.0	-3.86	0.03	3.00	0.0
10	6	0.0	0.0	-3.58	0.03	2.76	0.0
10	7	0.0	0.0	-3.64	0.03	2.80	0.0
10	8	0.0	0.0	-3.58	0.03	2.76	0.0
10	9	0.0	0.0	-4.74	0.03	3.65	0.0
10	13	0.0	0.0	-3.50	0.03	2.68	0.0
10	17	0.0	0.0	-5.16	0.03	4.02	0.0
11	1	0.0	0.0	-3.58	0.03	-2.76	0.0
11	5	0.0	0.0	-3.86	0.03	-3.00	0.0
11	6	0.0	0.0	-3.58	0.03	-2.76	0.0
11	7	0.0	0.0	-3.64	0.03	-2.80	0.0
11	8	0.0	0.0	-3.58	0.03	-2.76	0.0
11	9	0.0	0.0	-4.74	0.03	-3.65	0.0
11	13	0.0	0.0	-3.50	0.03	-2.68	0.0
11	17	0.0	0.0	-5.16	0.03	-4.02	0.0
Nodo		Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		-0.08	-0.02	-6.92	-0.12	-4.95	-0.02
		0.31	0.02	-3.50	0.12	5.19	0.02



Nodo	Cmb	Azione X	Azione Y	Azione Z	Azione RX	Azione RY	Azione RZ
		kN	kN	kN	kN m	kN m	kN m
1	17	-0.07	-3.82e-03	-6.92	-0.01	5.19	-1.49e-03
	13	-0.05	-2.45e-03	-4.41	-8.70e-03	3.22	-9.86e-04
	17	-0.07	-3.82e-03	-6.92	-0.01	5.19	-1.49e-03
	13	-0.05	-2.45e-03	-4.41	-8.70e-03	3.22	-9.86e-04
	13	-0.05	-2.45e-03	-4.41	-8.70e-03	3.22	-9.86e-04
	17	-0.07	-3.82e-03	-6.92	-0.01	5.19	-1.49e-03
2	17	-0.08	0.02	-6.91	-0.12	-4.95	-0.02
	13	-0.05	0.01	-4.67	-0.09	-3.17	-0.01
	17	-0.08	0.02	-6.91	-0.12	-4.95	-0.02
	13	-0.05	0.01	-4.67	-0.09	-3.17	-0.01
	17	-0.08	0.02	-6.91	-0.12	-4.95	-0.02
	13	-0.05	0.01	-4.67	-0.09	-3.17	-0.01
3	17	-0.07	3.82e-03	-6.92	0.01	5.19	1.49e-03
	13	-0.05	2.45e-03	-4.41	8.70e-03	3.22	9.86e-04
	13	-0.05	2.45e-03	-4.41	8.70e-03	3.22	9.86e-04
	17	-0.07	3.82e-03	-6.92	0.01	5.19	1.49e-03
	13	-0.05	2.45e-03	-4.41	8.70e-03	3.22	9.86e-04
	17	-0.07	3.82e-03	-6.92	0.01	5.19	1.49e-03
4	17	-0.08	-0.02	-6.91	0.12	-4.95	0.02
	13	-0.05	-0.01	-4.67	0.09	-3.17	0.01
	13	-0.05	-0.01	-4.67	0.09	-3.17	0.01
	17	-0.08	-0.02	-6.91	0.12	-4.95	0.02
	17	-0.08	-0.02	-6.91	0.12	-4.95	0.02
	13	-0.05	-0.01	-4.67	0.09	-3.17	0.01
7	17	0.0	0.0	-5.16	-0.03	4.02	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	-0.03	2.68	0.0
	9	0.0	0.0	-4.74	-0.03	3.65	0.0
	1	0.0	0.0	-3.58	-0.03	2.76	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	-0.03	2.68	0.0
	17	0.0	0.0	-5.16	-0.03	4.02	0.0
8	17	0.0	0.0	-5.16	-0.03	-4.02	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	-0.03	-2.68	0.0
	9	0.0	0.0	-4.74	-0.03	-3.65	0.0
	1	0.0	0.0	-3.58	-0.03	-2.76	0.0
	17	0.0	0.0	-5.16	-0.03	-4.02	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	-0.03	-2.68	0.0
9	17	0.31	0.0	-5.72	0.0	4.11	0.0
	13	0.20	0.0	-3.65	0.0	2.54	0.0
	13	0.20	0.0	-3.65	0.0	2.54	0.0
	17	0.31	0.0	-5.72	0.0	4.11	0.0
	13	0.20	0.0	-3.65	0.0	2.54	0.0
	17	0.31	0.0	-5.72	0.0	4.11	0.0
10	17	0.0	0.0	-5.16	0.03	4.02	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	0.03	2.68	0.0
	1	0.0	0.0	-3.58	0.03	2.76	0.0
	9	0.0	0.0	-4.74	0.03	3.65	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	0.03	2.68	0.0
	17	0.0	0.0	-5.16	0.03	4.02	0.0
11	17	0.0	0.0	-5.16	0.03	-4.02	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	0.03	-2.68	0.0
	1	0.0	0.0	-3.58	0.03	-2.76	0.0
	9	0.0	0.0	-4.74	0.03	-3.65	0.0
	17	0.0	0.0	-5.16	0.03	-4.02	0.0
	13	0.0	0.0	-3.50	0.03	-2.68	0.0

9.2.9 RISULTATI ELEMENTI TIPO TRAVE

Il controllo dei risultati delle analisi condotte, per quanto concerne gli elementi tipo trave, è possibile in relazione alle tabelle sotto riportate.

Gli elementi vengono suddivisi in relazione alle proprietà in elementi:

- tipo pilastro
- tipo trave in elevazione
- tipo trave in fondazione

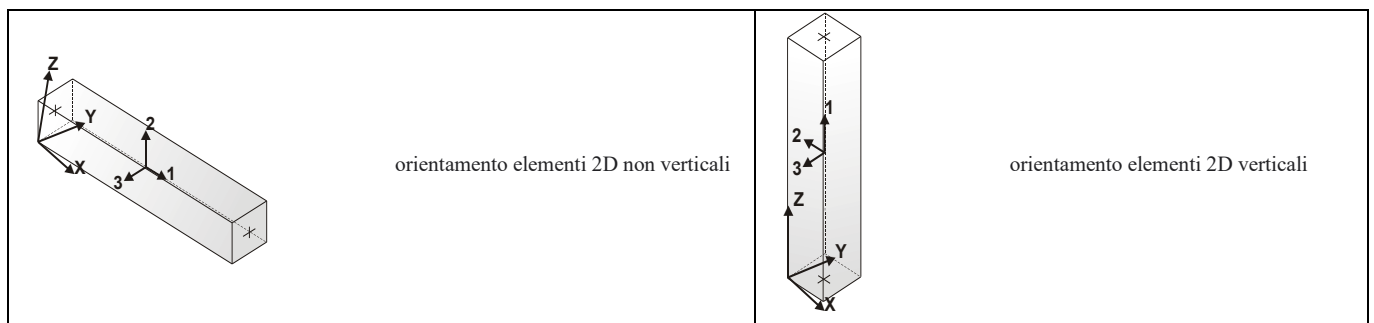
Per ogni elemento e per ogni combinazione (o caso di carico) vengono riportati i risultati più significativi.

Per gli elementi tipo *pilastro* sono riportati in tabella i seguenti valori:

Pilas.	numero dell'elemento pilastro
Cmb	combinazione in cui si verificano i valori riportati
M3 mx/mn	momento flettente in campata M3 max (prima riga) / min (seconda riga)
M2 mx/mn	momento flettente in campata M2 max (prima riga) / min (seconda riga)
D2/D3	freccia massima in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Q2/Q3	carico totale in direzione 2 (prima riga) / direzione 3 (seconda riga)
Pos.	ascissa del punto iniziale e finale dell'elemento
N, V2, ecc..	sei componenti di sollecitazione al piede ed in sommità dell'elemento

Per gli elementi tipo *trave in elevazione* sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri.

Per gli elementi tipo *trave in fondazione* (trave f.) sono riportati, oltre al numero dell'elemento, i medesimi risultati visti per i pilastri e la massima pressione sul terreno.



Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		kN m	kN m	m	kN	cm	kN	kN	kN	kN m	kN m	kN m
1	1	1.82	1.01e-03	-4.03e-04	-3.91	0.0	-0.05	3.87	-2.54e-03	-8.83e-03	1.01e-03	-3.44
		-3.44	-5.96e-03	-2.34e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.04	-2.54e-03	-8.83e-03	-5.96e-03	1.82
1	5	2.04	1.11e-03	-4.53e-04	-4.51	0.0	-0.05	4.41	-2.83e-03	-9.97e-03	1.11e-03	-3.90
		-3.90	-6.66e-03	-2.65e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.09	-2.83e-03	-9.97e-03	-6.66e-03	2.04
1	6	1.82	1.01e-03	-4.03e-04	-3.91	0.0	-0.05	3.87	-2.54e-03	-8.83e-03	1.01e-03	-3.44
		-3.44	-5.96e-03	-2.34e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.04	-2.54e-03	-8.83e-03	-5.96e-03	1.82
1	7	1.86	1.03e-03	-4.13e-04	-4.03	0.0	-0.05	3.98	-2.60e-03	-9.06e-03	1.03e-03	-3.53
		-3.53	-6.10e-03	-2.41e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.05	-2.60e-03	-9.06e-03	-6.10e-03	1.86
1	8	1.82	1.01e-03	-4.03e-04	-3.91	0.0	-0.05	3.87	-2.54e-03	-8.83e-03	1.01e-03	-3.44
		-3.44	-5.96e-03	-2.34e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.04	-2.54e-03	-8.83e-03	-5.96e-03	1.82
1	13	1.76	9.86e-04	-3.89e-04	-3.74	0.0	-0.05	3.71	-2.45e-03	-8.50e-03	9.86e-04	-3.31
		-3.31	-5.76e-03	-2.26e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.03	-2.45e-03	-8.50e-03	-5.76e-03	1.76
1	17	2.76	1.49e-03	-6.14e-04	-6.15	0.0	-0.07	6.01	-3.82e-03	-0.01	1.49e-03	-5.30
		-5.30	-9.01e-03	-3.59e-06	0.0	275.0	-0.07	-0.14	-3.82e-03	-0.01	-9.01e-03	2.76
2	1	1.82	5.96e-03	-4.03e-04	-3.91	0.0	-0.05	3.87	2.54e-03	8.83e-03	-1.01e-03	-3.44
		-3.44	-1.01e-03	2.34e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.04	2.54e-03	8.83e-03	5.96e-03	1.82
2	5	2.04	6.66e-03	-4.53e-04	-4.51	0.0	-0.05	4.41	2.83e-03	9.97e-03	-1.11e-03	-3.90
		-3.90	-1.11e-03	2.65e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.09	2.83e-03	9.97e-03	6.66e-03	2.04
2	6	1.82	5.96e-03	-4.03e-04	-3.91	0.0	-0.05	3.87	2.54e-03	8.83e-03	-1.01e-03	-3.44
		-3.44	-1.01e-03	2.34e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.04	2.54e-03	8.83e-03	5.96e-03	1.82
2	7	1.86	6.10e-03	-4.13e-04	-4.03	0.0	-0.05	3.98	2.60e-03	9.06e-03	-1.03e-03	-3.53
		-3.53	-1.03e-03	2.41e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.05	2.60e-03	9.06e-03	6.10e-03	1.86
2	8	1.82	5.96e-03	-4.03e-04	-3.91	0.0	-0.05	3.87	2.54e-03	8.83e-03	-1.01e-03	-3.44
		-3.44	-1.01e-03	2.34e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.04	2.54e-03	8.83e-03	5.96e-03	1.82
2	13	1.76	5.76e-03	-3.89e-04	-3.74	0.0	-0.05	3.71	2.45e-03	8.50e-03	-9.86e-04	-3.31
		-3.31	-9.86e-04	2.26e-06	0.0	275.0	-0.05	-0.03	2.45e-03	8.50e-03	5.76e-03	1.76
2	17	2.76	9.01e-03	-6.14e-04	-6.15	0.0	-0.07	6.01	3.82e-03	0.01	-1.49e-03	-5.30
		-5.30	-1.49e-03	3.59e-06	0.0	275.0	-0.07	-0.14	3.82e-03	0.01	9.01e-03	2.76
3	1	1.98	0.02	4.02e-04	-3.04	0.0	0.05	-0.68	-0.01	9.91e-03	0.02	1.98
		-3.42	-0.01	2.34e-06	0.0	245.0	0.05	-3.73	-0.01	9.91e-03	-0.01	-3.42
3	5	2.22	0.02	4.51e-04	-3.31	0.0	0.06	-0.81	-0.01	0.01	0.02	2.22
		-3.80	-0.01	2.65e-06	0.0	245.0	0.06	-4.11	-0.01	0.01	-0.01	-3.80
3	6	1.98	0.02	4.02e-04	-3.04	0.0	0.05	-0.68	-0.01	9.91e-03	0.02	1.98
		-3.42	-0.01	2.34e-06	0.0	245.0	0.05	-3.73	-0.01	9.91e-03	-0.01	-3.42
3	7	2.03	0.02	4.12e-04	-3.10	0.0	0.06	-0.71	-0.01	0.01	0.02	2.03
		-3.50	-0.01	2.41e-06	0.0	245.0	0.06	-3.80	-0.01	0.01	-0.01	-3.50
3	8	1.98	0.02	4.02e-04	-3.04	0.0	0.05	-0.68	-0.01	9.91e-03	0.02	1.98
		-3.42	-0.01	2.34e-06	0.0	245.0	0.05	-3.73	-0.01	9.91e-03	-0.01	-3.42
3	13	1.91	0.02	3.87e-04	-2.97	0.0	0.05	-0.65	-0.01	9.54e-03	0.02	1.91
		-3.31	-0.01	2.26e-06	0.0	245.0	0.05	-3.61	-0.01	9.54e-03	-0.01	-3.31
3	17	3.01	0.02	6.11e-04	-4.43	0.0	0.08	-1.11	-0.02	0.02	0.02	3.01
		-5.13	-0.02	3.59e-06	0.0	245.0	0.08	-5.54	-0.02	0.02	-0.02	-5.13
4	1	1.98	0.01	4.02e-04	-3.04	0.0	0.05	-0.68	0.01	-9.91e-03	-0.02	1.98
		-3.42	-0.02	2.34e-06	0.0	245.0	0.05	-3.73	0.01	-9.91e-03	0.01	-3.42
4	5	2.22	0.01	4.51e-04	-3.31	0.0	0.06	-0.81	0.01	-0.01	-0.02	2.22
		-3.80	-0.02	2.65e-06	0.0	245.0	0.06	-4.11	0.01	-0.01	0.01	-3.80
4	6	1.98	0.01	4.02e-04	-3.04	0.0	0.05	-0.68	0.01	-9.91e-03	-0.02	1.98
		-3.42	-0.02	2.34e-06	0.0	245.0	0.05	-3.73	0.01	-9.91e-03	0.01	-3.42
4	7	2.03	0.01	4.12e-04	-3.10	0.0	0.06	-0.71	0.01	-0.01	-0.02	2.03
		-3.50	-0.02	2.41e-06	0.0	245.0	0.06	-3.80	0.01	-0.01	0.01	-3.50
4	8	1.98	0.01	4.02e-04	-3.04	0.0	0.05	-0.68	0.01	-9.91e-03	-0.02	1.98
		-3.42	-0.02	2.34e-06	0.0	245.0	0.05	-3.73	0.01	-9.91e-03	0.01	-3.42
4	13	1.91	0.01	3.87e-04	-2.97	0.0	0.05	-0.65	0.01	-9.54e-03	-0.02	1.91
		-3.31	-0.02	2.26e-06	0.0	245.0	0.05	-3.61	0.01	-9.54e-03	0.01	-3.31
4	17	3.01	0.02	6.11e-04	-4.43	0.0	0.08	-1.11	0.02	-0.02	-0.02	3.01
		-5.13	-0.02	3.59e-06	0.0	245.0	0.08	-5.54	0.02	-0.02	0.02	-5.13
5	1	0.22	0.02	-1.55e-05	-0.23	0.0	8.31e-03	0.64	0.10	0.19	-0.02	-0.02
		-0.02	-0.02	1.26e-05	0.0	45.0	8.31e-03	0.41	0.10	0.19	0.02	0.22
5	5	0.25	0.03	-1.74e-05	-0.23	0.0	9.37e-03	0.71	0.12	0.22	-0.03	-0.02
		-0.02	-0.03	1.42e-05	0.0	45.0	9.37e-03	0.49	0.12	0.22	0.03	0.25
5	6	0.22	0.02	-1.55e-05	-0.23	0.0	8.31e-03	0.64	0.10	0.19	-0.02	-0.02
		-0.02	-0.02	1.26e-05	0.0	45.0	8.31e-03	0.41	0.10	0.19	0.02	0.22
5	7	0.22	0.02	-1.58e-05	-0.23	0.0	8.52e-03	0.65	0.11	0.20	-0.02	-0.02
		-0.02	-0.02	1.29e-05	0.0	45.0	8.52e-03	0.43	0.11	0.20	0.02	0.22
5	8	0.22	0.02	-1.55e-05	-0.23	0.0	8.31e-03	0.64	0.10	0.19	-0.02	-0.02
		-0.02	-0.02	1.26e-05	0.0	45.0	8.31e-03	0.41	0.10	0.19	0.02	0.22
5	13	0.21	0.02	-1.49e-05	-0.23	0.0	8.00e-03	0.62	0.10	0.19	-0.02	-0.02
		-0.02	-0.02	1.22e-05	0.0	45.0	8.00e-03	0.39	0.10	0.19	0.02	0.21
5	17	0.34	0.04	-2.36e-05	-0.29	0.0	0.01	0.96	0.16	0.29	-0.03	-0.03
		-0.03	-0.03	1.92e-05	0.0	45.0	0.01	0.67	0.16	0.29	0.04	0.34
6	1	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
6	6	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03



Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
6	8	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
6	9	0.02	0.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
7	1	1.40	0.0	-3.08e-04	-6.46	0.0	0.0	3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
		-2.80	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
7	5	1.52	0.0	-3.35e-04	-7.02	0.0	0.0	3.51	0.0	0.0	0.0	-3.04
		-3.04	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.51	0.0	0.0	0.0	-3.04
7	6	1.40	0.0	-3.08e-04	-6.46	0.0	0.0	3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
		-2.80	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
7	7	1.42	0.0	-3.13e-04	-6.57	0.0	0.0	3.29	0.0	0.0	0.0	-2.85
		-2.85	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.29	0.0	0.0	0.0	-2.85
7	8	1.40	0.0	-3.08e-04	-6.46	0.0	0.0	3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
		-2.80	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
7	9	1.86	0.0	-4.08e-04	-8.56	0.0	0.0	4.28	0.0	0.0	0.0	-3.71
		-3.71	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-4.28	0.0	0.0	0.0	-3.71
7	17	2.04	0.0	-4.48e-04	-9.41	0.0	0.0	4.70	0.0	0.0	0.0	-4.08
		-4.08	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-4.70	0.0	0.0	0.0	-4.08
8	1	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
8	6	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
8	8	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
8	9	0.02	0.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
9	1	1.40	0.0	-3.08e-04	-6.46	0.0	0.0	3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
		-2.80	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
9	5	1.52	0.0	-3.35e-04	-7.02	0.0	0.0	3.51	0.0	0.0	0.0	-3.04
		-3.04	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.51	0.0	0.0	0.0	-3.04
9	6	1.40	0.0	-3.08e-04	-6.46	0.0	0.0	3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
		-2.80	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
9	7	1.42	0.0	-3.13e-04	-6.57	0.0	0.0	3.29	0.0	0.0	0.0	-2.85
		-2.85	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.29	0.0	0.0	0.0	-2.85
9	8	1.40	0.0	-3.08e-04	-6.46	0.0	0.0	3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
		-2.80	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-3.23	0.0	0.0	0.0	-2.80
9	9	1.86	0.0	-4.08e-04	-8.56	0.0	0.0	4.28	0.0	0.0	0.0	-3.71
		-3.71	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-4.28	0.0	0.0	0.0	-3.71
9	17	2.04	0.0	-4.48e-04	-9.41	0.0	0.0	4.70	0.0	0.0	0.0	-4.08
		-4.08	0.0	0.0	0.0	520.0	0.0	-4.70	0.0	0.0	0.0	-4.08
10	1	0.59	0.0	-4.17e-04	-3.91	0.0	0.21	3.08	0.0	0.0	0.0	-2.75
		-2.75	0.0	0.0	0.0	275.0	0.21	-0.83	0.0	0.0	0.0	0.35
10	5	0.67	0.0	-4.68e-04	-4.51	0.0	0.23	3.53	0.0	0.0	0.0	-3.13
		-3.13	0.0	0.0	0.0	275.0	0.23	-0.98	0.0	0.0	0.0	0.39
10	6	0.59	0.0	-4.17e-04	-3.91	0.0	0.21	3.08	0.0	0.0	0.0	-2.75
		-2.75	0.0	0.0	0.0	275.0	0.21	-0.83	0.0	0.0	0.0	0.35
10	7	0.60	0.0	-4.27e-04	-4.03	0.0	0.21	3.17	0.0	0.0	0.0	-2.83
		-2.83	0.0	0.0	0.0	275.0	0.21	-0.86	0.0	0.0	0.0	0.35
10	8	0.59	0.0	-4.17e-04	-3.91	0.0	0.21	3.08	0.0	0.0	0.0	-2.75
		-2.75	0.0	0.0	0.0	275.0	0.21	-0.83	0.0	0.0	0.0	0.35
10	13	0.56	0.0	-4.02e-04	-3.74	0.0	0.20	2.95	0.0	0.0	0.0	-2.64
		-2.64	0.0	0.0	0.0	275.0	0.20	-0.79	0.0	0.0	0.0	0.33
10	17	0.92	0.0	-6.34e-04	-6.15	0.0	0.31	4.81	0.0	0.0	0.0	-4.25
		-4.25	0.0	0.0	0.0	275.0	0.31	-1.34	0.0	0.0	0.0	0.52
11	1	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
11	6	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
11	8	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
11	9	0.02	0.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
12	1	0.22	0.02	1.55e-05	-0.23	0.0	8.31e-03	-0.41	-0.10	-0.19	0.02	0.22
		-0.02	-0.02	-1.26e-05	0.0	45.0	8.31e-03	-0.64	-0.10	-0.19	-0.02	-0.02
12	5	0.25	0.03	1.74e-05	-0.23	0.0	9.37e-03	-0.49	-0.12	-0.22	0.03	0.25
		-0.02	-0.03	-1.42e-05	0.0	45.0	9.37e-03	-0.71	-0.12	-0.22	-0.03	-0.02
12	6	0.22	0.02	1.55e-05	-0.23	0.0	8.31e-03	-0.41	-0.10	-0.19	0.02	0.22
		-0.02	-0.02	-1.26e-05	0.0	45.0	8.31e-03	-0.64	-0.10	-0.19	-0.02	-0.02
12	7	0.22	0.02	1.58e-05	-0.23	0.0	8.52e-03	-0.43	-0.11	-0.20	0.02	0.22
		-0.02	-0.02	-1.29e-05	0.0	45.0	8.52e-03	-0.65	-0.11	-0.20	-0.02	-0.02
12	8	0.22	0.02	1.55e-05	-0.23	0.0	8.31e-03	-0.41	-0.10	-0.19	0.02	0.22
		-0.02	-0.02	-1.26e-05	0.0	45.0	8.31e-03	-0.64	-0.10	-0.19	-0.02	-0.02
12	13	0.21	0.02	1.49e-05	-0.23	0.0	8.00e-03	-0.39	-0.10	-0.19	0.02	0.21



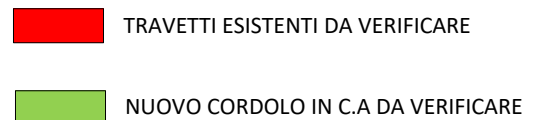
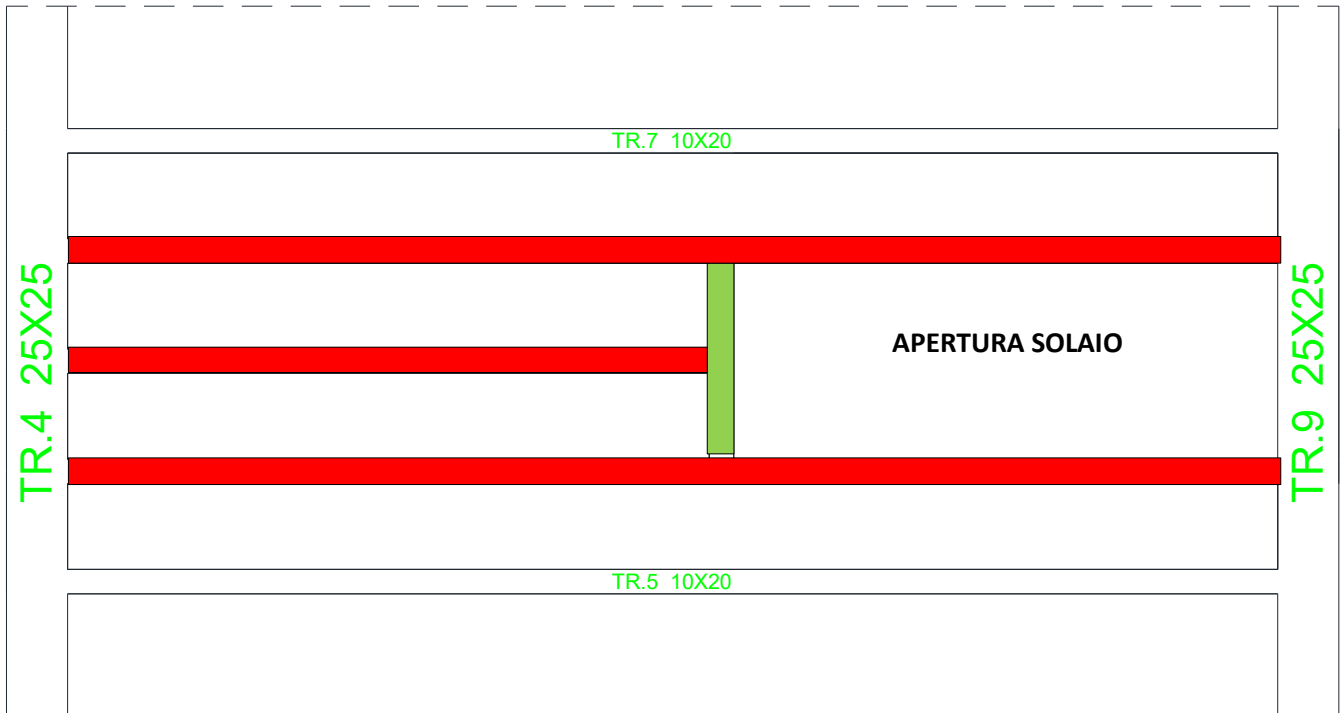
Trave	Cmb	M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3	Pos.	N	V 2	V 3	T	M 2	M 3
		-0.02	-0.02	-1.22e-05	0.0	45.0	8.00e-03	-0.62	-0.10	-0.19	-0.02	-0.02
12	17	0.34	0.04	2.36e-05	-0.29	0.0	0.01	-0.67	-0.16	-0.29	0.04	0.34
		-0.03	-0.03	-1.92e-05	0.0	45.0	0.01	-0.96	-0.16	-0.29	-0.03	-0.03
13	1	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
13	6	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
13	8	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
13	9	0.02	0.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
14	1	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
14	6	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
14	8	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
14	9	0.02	0.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
15	1	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
15	6	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
15	8	0.01	0.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.35	0.0	0.0	0.0	-0.03
15	9	0.02	0.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
		-0.03	0.0	0.0	0.0	45.0	0.0	-0.46	0.0	0.0	0.0	-0.03
16	1	0.05	0.0	0.0	-1.41	0.0	0.0	0.70	0.0	0.0	0.0	-0.11
		-0.11	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.0	-0.11
16	6	0.05	0.0	0.0	-1.41	0.0	0.0	0.70	0.0	0.0	0.0	-0.11
		-0.11	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.0	-0.11
16	8	0.05	0.0	0.0	-1.41	0.0	0.0	0.70	0.0	0.0	0.0	-0.11
		-0.11	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	-0.70	0.0	0.0	0.0	-0.11
16	9	0.07	0.0	0.0	-1.83	0.0	0.0	0.91	0.0	0.0	0.0	-0.14
		-0.14	0.0	0.0	0.0	90.0	0.0	-0.91	0.0	0.0	0.0	-0.14
Trave		M3 mx/mn	M2 mx/mn	D 2 / D 3	Q 2 / Q 3		N	V 2	V 3	T		
		-5.30	-0.03	-6.34e-04	-9.41		-0.07	-5.54	-0.16	-0.29		
		3.01	0.04	6.11e-04	0.0		0.31	6.01	0.16	0.29		



9.2.10 VERIFICHE STRUTTURALI

Nel seguente paragrafo sono trattate:

- Le verifiche agli SLU e SLE degli elementi strutturali esistenti soggetti a variazione di carico
- Le verifiche agli SLU e SLE dei nuovi elementi esistenti (cordolo in c.a.)



Le verifiche sono effettuate nelle zone critiche (maggiormente sollecitate), in prossimità del vincolo e in campata, riguardano le sezioni delle travi esistenti:

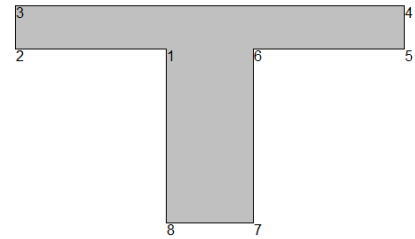
- TR1
- TR2
- TR8

e il nuovo cordolo in cemento armato.

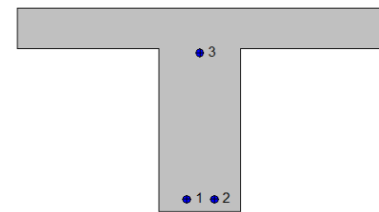
- TR3

VERIFICA TRAVETTO ESISTENTE TR-1**Geometria della sezione:**

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	17,5	20,0
2	0,0	20,0
3	0,0	25,0
4	45,0	25,0
5	45,0	20,0
6	27,5	20,0
7	27,5	0,0
8	17,5	0,0

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	20,9	1,5	0,79	no
2	24,3	1,5	0,79	no
3	22,5	19,5	0,79	no



NORMATIVA DI RIFERIMENTO: D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note: Verifiche SLE per ambiente ordinario

MATERIALI:**Calcestruzzo classe: C20/25**

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 250 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 207 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 23 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 134754 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 301850 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

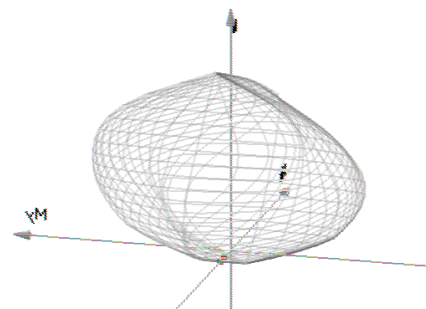
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: FeB 44k

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4300 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

DOMINIO SLU: (APPOGGIO)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-88,1	8,0	-0,1	Completamente tesa
586,6	-8,0	0,1	Completamente compressa
0,0	14,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-5,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	5,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-6,0	Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:

- Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
- Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
- Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	0,1	-4,6	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,850	OK
				M	562,8	-4,7	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,850	
10	0,1	-5,0	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,910	OK
				M	565,1	-5,0	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,910	
11	0,1	-4,6	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,850	OK
				M	562,8	-4,7	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,850	
12	0,1	-5,0	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,910	OK
				M	565,1	-5,0	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,910	
13	0,0	-3,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,610	OK
				M	553,6	-3,3	0,0	0,000	
				N	0,0	-5,4	0,0	0,610	
14	0,1	-3,7	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,670	OK
				M	555,9	-3,7	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,670	
15	0,0	-3,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,610	OK
				M	553,6	-3,3	0,0	0,000	
				N	0,0	-5,4	0,0	0,610	
16	0,1	-3,7	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,670	OK
				M	555,9	-3,7	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,670	
17	0,1	-5,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,980	OK
				M	567,6	-5,3	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,980	
18	0,1	-4,0	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,740	OK
				M	558,3	-4,0	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,740	

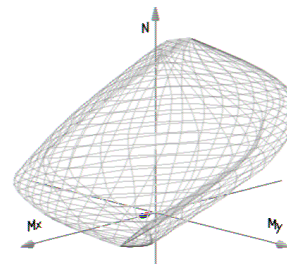
Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	0,1	-5,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,980	OK
1	0,0	-3,4	0,0	M	554,5	-3,5	0,0	0,000	OK
17	0,1	-5,3	0,0	N	0,1	-5,4	0,0	0,980	OK

DOMINIO SLU: (CAMPATA)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-88,1	8,0	-0,1	Completamente tesa
586,6	-8,0	0,1	Completamente compressa
0,0	14,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-5,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	5,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-6,0	Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	-0,1	2,7	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,180	OK
				M	-53,3	2,7	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,180	
10	-0,1	2,8	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,190	OK
				M	-54,4	2,8	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,190	
11	-0,1	2,7	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,180	OK
				M	-53,3	2,7	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,180	
12	-0,1	2,8	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,190	OK
				M	-54,4	2,8	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,190	
13	-0,1	1,9	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,130	OK
				M	-48,8	2,0	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,130	
14	-0,1	2,1	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,140	OK
				M	-49,6	2,1	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,140	
15	-0,1	1,9	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,130	OK
				M	-48,8	2,0	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,130	
16	-0,1	2,1	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,140	OK
				M	-49,6	2,1	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,140	
17	-0,1	3,0	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,210	OK
				M	-55,6	3,0	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,200	
18	-0,1	2,3	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,150	OK
				M	-50,8	2,3	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,150	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

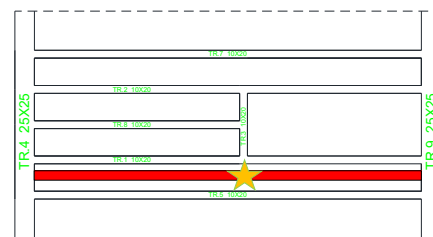
Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	-0,1	3,0	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,210	OK
1	-0,1	2,0	0,0	M	-49,0	2,0	0,0	0,000	OK
17	-0,1	3,0	0,0	N	-0,1	14,7	0,1	0,200	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 12420,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 344000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)



	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
1	OK	2,0	0,0	-0,1	-919,7	0,07	57155,1	0,17
2	OK	2,1	0,0	-0,1	-975,5	0,08	60619,1	0,18
3	OK	2,0	0,0	-0,1	-919,7	0,07	57155,1	0,17
4	OK	2,1	0,0	-0,1	-975,5	0,08	60619,1	0,18
5	OK	2,2	0,0	-0,1	-1031,2	0,08	64083,1	0,19

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	W_k/W_{kL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
6	OK	2,0	0,0	-0,1	0,00	0,00
7	OK	2,0	0,0	-0,1	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

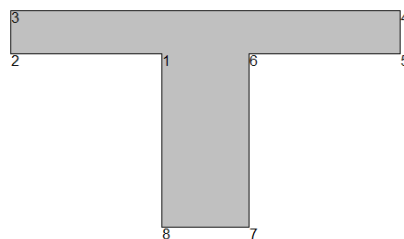
CLS: $\sigma_{cL} = 9315,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

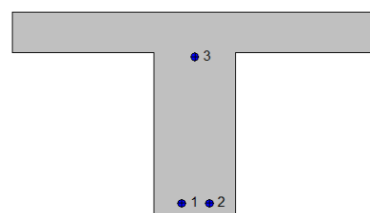
	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	W_k/W_{kL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
8	OK	2,0	0,0	-0,1	-919,7	0,10	0,00	0,00

VERIFICA TRAVETTO ESISTENTE TR-2**Geometria della sezione:**

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	17,5	20,0
2	0,0	20,0
3	0,0	25,0
4	45,0	25,0
5	45,0	20,0
6	27,5	20,0
7	27,5	0,0
8	17,5	0,0

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	20,9	1,5	0,79	no
2	24,3	1,5	0,79	no
3	22,5	19,5	0,79	no



NORMATIVA DI RIFERIMENTO: D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note: Verifiche SLE per ambiente ordinario

MATERIALI:**Calcestruzzo classe: C20/25**

Rck (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 250 daN/cm²
 fck (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 207 daN/cm²
 fctm (resistenza a trazione media) = 23 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 134754 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 301850 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: FeB 44k

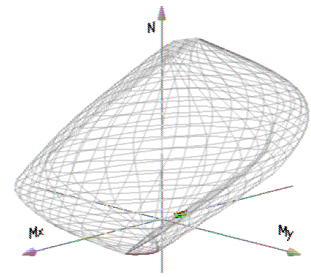
fyk (tensione caratteristica di snervamento) = 4300 daN/cm²
 fkt (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

DOMINIO SLU: (APPOGGIO)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu
kN	kN m	kN m
-88,1	8,0	-0,1
586,6	-8,0	0,1
0,0	14,7	0,0
0,0	-5,4	0,0
0,0	0,0	5,9
0,0	0,0	-6,0

Stato Sez.
 Completamente tesa
 Completamente compressa
 Fibre inferiori tese
 Fibre superiori tese
 Fibre di sinistra tese
 Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	0,1	-4,6	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,850	OK
				M	562,6	-4,6	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,850	
10	0,1	-5,0	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,910	OK
				M	565,1	-5,0	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,910	
11	0,1	-4,6	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,850	OK
				M	562,6	-4,6	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,850	
12	0,1	-5,0	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,910	OK
				M	565,1	-5,0	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,910	
13	0,0	-3,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,610	OK
				M	553,6	-3,3	0,0	0,000	
				N	0,0	-5,4	0,0	0,610	
14	0,1	-3,7	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,670	OK
				M	555,8	-3,7	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,670	
15	0,0	-3,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,610	OK
				M	553,6	-3,3	0,0	0,000	
				N	0,0	-5,4	0,0	0,610	
16	0,1	-3,7	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,670	OK
				M	555,8	-3,7	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,670	
17	0,1	-5,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,980	OK
				M	567,9	-5,4	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,980	
18	0,1	-4,0	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,740	OK
				M	558,3	-4,0	0,0	0,000	
				N	0,1	-5,4	0,0	0,740	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

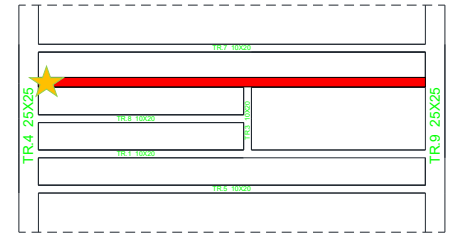
Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	0,1	-5,3	0,0	P	0,1	-5,4	0,0	0,980	OK
1	0,0	-3,4	0,0	M	554,4	-3,5	0,0	0,000	OK
17	0,1	-5,3	0,0	N	0,1	-5,4	0,0	0,980	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 12420,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 344000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)



Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
1 OK	-3,4	0,0	0,0	-5050,2	0,41	242990,2	0,71
2 OK	-3,7	0,0	0,1	-5387,7	0,43	259239,4	0,75
3 OK	-3,4	0,0	0,0	-5050,2	0,41	242990,2	0,71
4 OK	-3,7	0,0	0,1	-5387,7	0,43	259239,4	0,75
5 OK	-3,9	0,0	0,1	-5725,1	0,46	275488,8	0,80

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
6 OK	-3,4	0,0	0,0	0,00	0,00
7 OK	-3,5	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 9315,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

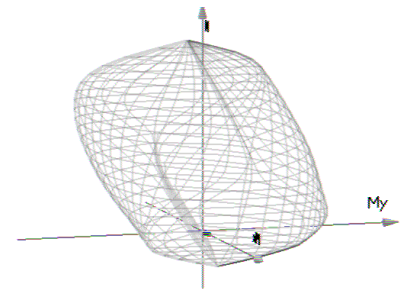
Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
8 OK	-3,4	0,0	0,0	-5050,2	0,54	0,00	0,00

DOMINIO SLU: (CAMPATA)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-88,1	8,0	-0,1	Completamente tesa
586,6	-8,0	0,1	Completamente compressa
0,0	14,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-5,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	5,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-6,0	Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	-0,1	2,7	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,180	OK
				M	-53,3	2,7	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,180	
10	-0,1	2,8	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,190	OK
				M	-54,4	2,8	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,190	
11	-0,1	2,7	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,180	OK
				M	-53,3	2,7	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,180	
12	-0,1	2,8	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,190	OK
				M	-54,4	2,8	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,190	
13	-0,1	1,9	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,130	OK
				M	-48,8	2,0	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,130	
14	-0,1	2,1	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,140	OK
				M	-49,6	2,1	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,140	
15	-0,1	1,9	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,130	OK
				M	-48,8	2,0	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,130	
16	-0,1	2,1	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,140	OK
				M	-49,6	2,1	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,140	
17	-0,1	3,0	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,210	OK
				M	-55,6	3,0	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,200	
18	-0,1	2,3	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,150	OK
				M	-50,8	2,3	0,0	0,000	
				N	-0,1	14,7	0,1	0,150	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

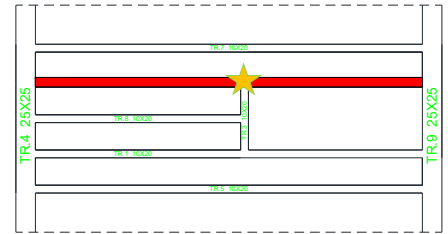
Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	-0,1	3,0	0,0	P	-0,4	14,6	0,1	0,210	OK
1	-0,1	2,0	0,0	M	-49,0	2,0	0,0	0,000	OK
17	-0,1	3,0	0,0	N	-0,1	14,7	0,1	0,200	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 12420,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 344000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)



Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
1 OK	2,0	0,0	-0,1	-919,7	0,07	57155,1	0,17
2 OK	2,1	0,0	-0,1	-975,5	0,08	60619,1	0,18
3 OK	2,0	0,0	-0,1	-919,7	0,07	57155,1	0,17
4 OK	2,1	0,0	-0,1	-975,5	0,08	60619,1	0,18
5 OK	2,2	0,0	-0,1	-1031,2	0,08	64083,1	0,19

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
6 OK	2,0	0,0	-0,1	0,00	0,00
7 OK	2,0	0,0	-0,1	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

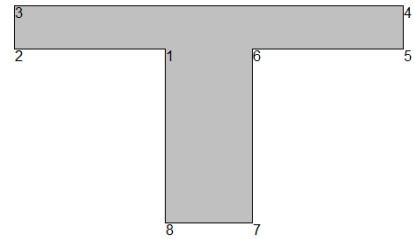
CLS: $\sigma_{cL} = 9315,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

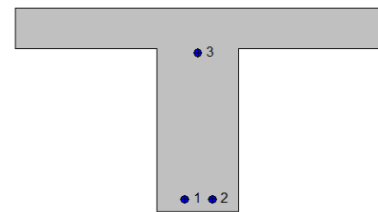
Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
8 OK	2,0	0,0	-0,1	-919,7	0,10	0,00	0,00

VERIFICA TRAVETTO ESISTENTE TR-8**Geometria della sezione:**

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	17,5	20,0
2	0,0	20,0
3	0,0	25,0
4	45,0	25,0
5	45,0	20,0
6	27,5	20,0
7	27,5	0,0
8	17,5	0,0

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	20,9	1,5	0,79	no
2	24,3	1,5	0,79	no
3	22,5	19,5	0,79	no



NORMATIVA DI RIFERIMENTO: D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note: Verifiche SLE per ambiente ordinario

MATERIALI:**Calcestruzzo classe: C20/25**

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 250 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 207 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 23 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 134754 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 301850 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

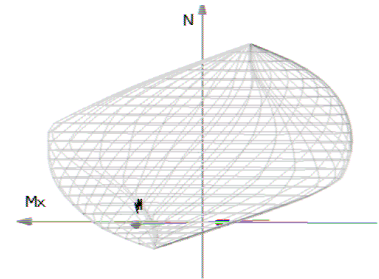
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: FeB 44k

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4300 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ε_{uk} (deformazione di rottura) = 0.120
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 C. Poisson (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

DOMINIO SLU: (APPOGGIO)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-88,1	8,0	-0,1	Completamente tesa
586,6	-8,0	0,1	Completamente compressa
0,0	14,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-5,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	5,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-6,0	Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	-0,3	-3,7	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,690	OK
				M	-11,4	-3,7	0,0	0,020	
				N	-0,3	-5,4	0,0	0,680	
10	-0,3	-4,0	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,740	OK
				M	-9,5	-4,0	0,0	0,030	
				N	-0,3	-5,4	0,0	0,740	
11	-0,3	-3,7	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,690	OK
				M	-11,4	-3,7	0,0	0,020	
				N	-0,3	-5,4	0,0	0,680	
12	-0,3	-4,0	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,740	OK
				M	-9,5	-4,0	0,0	0,030	
				N	-0,3	-5,4	0,0	0,740	
13	-0,2	-2,6	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,490	OK
				M	-18,3	-2,6	0,0	0,010	
				N	-0,2	-5,4	0,0	0,490	
14	-0,2	-2,9	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,540	OK
				M	-16,4	-2,9	0,0	0,010	
				N	-0,2	-5,4	0,0	0,540	
15	-0,2	-2,6	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,490	OK
				M	-18,3	-2,6	0,0	0,010	
				N	-0,2	-5,4	0,0	0,490	
16	-0,2	-2,9	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,540	OK
				M	-16,4	-2,9	0,0	0,010	
				N	-0,2	-5,4	0,0	0,540	
17	-0,3	-4,3	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,790	OK
				M	-7,6	-4,3	0,0	0,040	
				N	-0,3	-5,4	0,0	0,790	
18	-0,2	-3,2	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,600	OK
				M	-14,6	-3,2	0,0	0,020	
				N	-0,2	-5,4	0,0	0,590	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

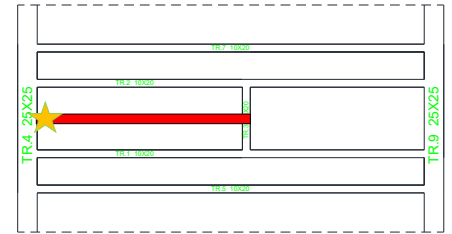
Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	-0,3	-4,3	0,0	P	-0,4	-5,4	0,0	0,790	OK
17	-0,3	-4,3	0,0	M	-7,6	-4,3	0,0	0,040	OK
17	-0,3	-4,3	0,0	N	-0,3	-5,4	0,0	0,790	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 12420,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 344000,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)



Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
1 OK	-2,8	0,0	-0,2	-4041,0	0,33	196833,9	0,57
2 OK	-2,9	0,0	-0,2	-4319,9	0,35	210386,4	0,61
3 OK	-2,8	0,0	-0,2	-4041,0	0,33	196833,9	0,57
4 OK	-2,9	0,0	-0,2	-4319,9	0,35	210386,4	0,61
5 OK	-3,1	0,0	-0,2	-4598,9	0,37	223939,0	0,65

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
6 OK	-2,8	0,0	-0,2	0,00	0,00
7 OK	-2,8	0,0	-0,2	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 9315,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

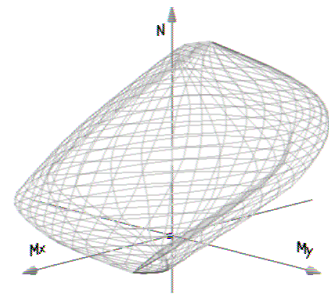
Fessure: $W_{kL} = 0,30 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
8 OK	-2,8	0,0	-0,2	-4041,0	0,43	0,00	0,00

DOMINIO SLU: (CAMPATA)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-88,1	8,0	-0,1	Completamente tesa
586,6	-8,0	0,1	Completamente compressa
0,0	14,7	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-5,4	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	5,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-6,0	Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	-0,3	0,5	0,0	P	-8,3	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,7	0,4	0,0	0,010	
				N	-0,3	14,6	0,0	0,030	
10	-0,3	0,5	0,0	P	-8,3	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,9	0,5	0,0	0,010	
				N	-0,3	14,6	0,0	0,030	
11	-0,3	0,5	0,0	P	-8,3	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,7	0,4	0,0	0,010	
				N	-0,3	14,6	0,0	0,030	
12	-0,3	0,5	0,0	P	-8,3	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,9	0,5	0,0	0,010	
				N	-0,3	14,6	0,0	0,030	
13	-0,2	0,3	0,0	P	-8,5	14,1	0,0	0,020	OK
				M	-37,8	0,3	0,0	0,000	
				N	-0,2	14,6	0,0	0,020	
14	-0,2	0,4	0,0	P	-8,6	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,0	0,3	0,0	0,010	
				N	-0,2	14,6	0,0	0,020	
15	-0,2	0,3	0,0	P	-8,5	14,1	0,0	0,020	OK
				M	-37,8	0,3	0,0	0,000	
				N	-0,2	14,6	0,0	0,020	
16	-0,2	0,4	0,0	P	-8,6	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,0	0,3	0,0	0,010	
				N	-0,2	14,6	0,0	0,020	
17	-0,3	0,5	0,0	P	-8,4	14,1	0,0	0,040	OK
				M	-39,1	0,5	0,0	0,010	
				N	-0,3	14,6	0,0	0,030	
18	-0,2	0,4	0,0	P	-8,7	14,1	0,0	0,030	OK
				M	-38,2	0,4	0,0	0,010	
				N	-0,2	14,6	0,0	0,030	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

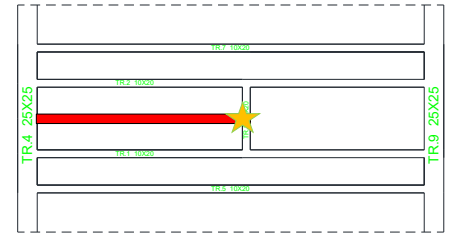
Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
17	-0,3	0,5	0,0	P	-8,4	14,1	0,0	0,040	OK
9	-0,3	0,5	0,0	M	-38,7	0,4	0,0	0,010	OK
9	-0,3	0,5	0,0	N	-0,3	14,6	0,0	0,030	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 12420,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 344000,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)



	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
1	OK	0,4	0,0	-0,2	-155,7	0,01	10453,4	0,03
2	OK	0,4	0,0	-0,2	-164,7	0,01	11047,1	0,03
3	OK	0,4	0,0	-0,2	-155,7	0,01	10453,4	0,03
4	OK	0,4	0,0	-0,2	-164,7	0,01	11047,1	0,03
5	OK	0,4	0,0	-0,2	-173,6	0,01	11640,9	0,03

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

	Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	mm	
6	OK	0,4	0,0	-0,2	0,00	0,00
7	OK	0,4	0,0	-0,2	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

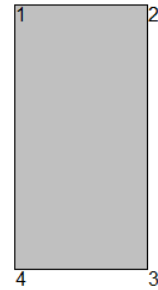
CLS: $\sigma_{cL} = 9315,0$ kN/mq (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30$ mm (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

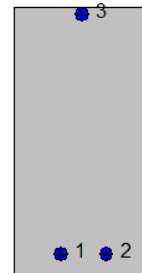
	Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato		kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
8	OK	0,4	0,0	-0,2	-155,7	0,02	0,00	0,00

NUOVO CORDOLO C.A TR-3**Geometria della sezione:**

Vert.	X	Y
n.	cm	cm
1	0,0	20,0
2	10,0	20,0
3	10,0	0,0
4	0,0	0,0

**Armature:**

Pos.	X	Y	Area Pretens.	
n.	cm	cm	cmq	(s/n)
1	3,4	1,5	0,79	no
2	6,8	1,5	0,79	no
3	5,0	19,5	0,79	no

**Normativa di riferimento:**

D.M. 17/01/2018 - 'Norme tecniche per le costruzioni'

Note:

Verifiche SLE per ambiente ordinario

Materiali:**Calcestruzzo classe: C25/30**

R_{ck} (resistenza caratteristica cubica a compressione) = 300 daN/cm²
 f_{ck} (resistenza caratteristica cilindrica a compressione) = 249 daN/cm²
 f_{ctm} (resistenza a trazione media) = 26 daN/cm²
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 140388 daN/cm²
 E (modulo elastico istantaneo iniziale) = 314470 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.12
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000050
 Peso specifico del calcestruzzo armato = 2500 daN/mc

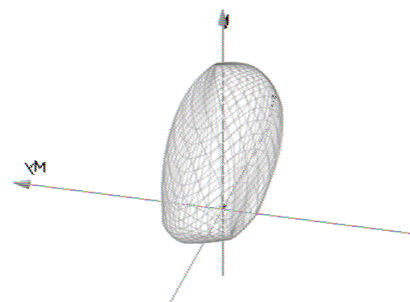
Barre d'acciaio ad aderenza migliorata tipo: B450C

f_{yk} (tensione caratteristica di snervamento) = 4500 daN/cm²
 f_{kt} (tensione caratteristica di rottura) = 5400 daN/cm²
 ϵ_{uk} (deformazione di rottura) = 0.075
 G (modulo di elasticità tangenziale) = 770000 daN/cm²
 E (modulo elastico) = 2000000 daN/cm²
 ν (coefficiente di contrazione trasversale) = 0.30
 Coefficiente di dilatazione termica = 0.000012
 Peso specifico = 7850 daN/mc

DOMINIO SLU: "(CAMPATA)

Caratteristiche limite della sezione:

Nu	Mxu	Myu	Stato Sez.
kN	kN m	kN m	
-92,2	2,3	-0,1	Completamente tesa
374,4	-2,3	0,1	Completamente compressa
0,0	10,9	0,0	Fibre inferiori tese
0,0	-5,7	0,0	Fibre superiori tese
0,0	0,0	2,9	Fibre di sinistra tese
0,0	0,0	-3,0	Fibre di destra tese



Verifiche stato limite ultimo:

Per ogni combinazione di carico saranno svolte le verifiche:
 Verifica per Mxu, Myu e Nu proporzionali (sigla verifica: P)
 Verifica con rapporto Mxu, Myu assegnato (sigla verifica: M)
 Verifica con Nu costante (sigla verifica: N)

Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,030	OK
				M	-70,9	0,4	0,0	0,000	
				N	0,0	9,9	1,1	0,030	
10	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	10,0	1,1	0,030	OK
				M	-69,3	0,2	0,0	0,000	
				N	0,0	10,0	1,1	0,030	
11	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,030	OK
				M	-70,9	0,4	0,0	0,000	
				N	0,0	9,9	1,1	0,030	
12	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	10,0	1,1	0,030	OK
				M	-69,3	0,2	0,0	0,000	
				N	0,0	10,0	1,1	0,030	
13	0,0	0,2	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,020	OK
				M	-69,8	0,3	0,0	0,000	
				N	0,0	9,9	1,1	0,020	
14	0,0	0,2	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,020	OK
				M	-70,0	0,3	0,0	0,000	
				N	0,0	9,9	1,1	0,020	
15	0,0	0,2	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,020	OK
				M	-69,8	0,3	0,0	0,000	
				N	0,0	9,9	1,1	0,020	
16	0,0	0,2	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,020	OK
				M	-70,0	0,3	0,0	0,000	
				N	0,0	9,9	1,1	0,020	
17	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	10,0	1,1	0,030	OK
				M	-69,8	0,3	0,0	0,000	
				N	0,0	10,0	1,1	0,030	
18	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	10,0	1,0	0,030	OK
				M	-70,4	0,3	0,0	0,000	
				N	0,0	10,0	1,0	0,030	

Riepilogo combinazioni maggiormente gravose:

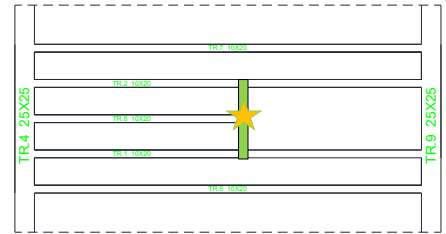
Cmb.	N	Mx	My	Tipo	Nu	Mxu	Myu	Sd/Su	Verif.
	kN	kN m	kN m		kN	kN m	kN m		
9	0,0	0,3	0,0	P	-0,4	9,9	1,1	0,030	OK
1	0,0	0,2	0,0	M	-69,9	0,3	0,0	0,000	OK
9	0,0	0,3	0,0	N	0,0	9,9	1,1	0,030	OK

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. rare:

Valori limite (tensioni: segno (-) = compressione, (+) = trazione):

CLS: $\sigma_{cL} = 14940,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Acciaio: $\sigma_{aL} = 360000,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_a/\sigma_{aL} < 1$)



Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	σ_a	σ_a/σ_{aL}
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		kN/mq	
1 OK	0,2	0,0	0,0	-502,1	0,03	9723,4	0,03
2 OK	0,2	0,0	0,0	-527,9	0,04	10191,7	0,03
3 OK	0,2	0,0	0,0	-502,1	0,03	9723,4	0,03
4 OK	0,2	0,0	0,0	-527,9	0,04	10191,7	0,03
5 OK	0,3	0,0	0,0	-567,9	0,04	11026,1	0,03

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. frequenti:

Valori limite:

Fessure: $W_{kL} = 0,40 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	mm	
6 OK	0,2	0,0	0,0	0,00	0,00
7 OK	0,2	0,0	0,0	0,00	0,00

Verifiche stato limite di esercizio per c. c. quasi permanenti:

Valori limite:

CLS: $\sigma_{cL} = 11205,0 \text{ kN/mq}$ (verifica Ok per $\sigma_c/\sigma_{cL} < 1$)

Fessure: $W_{kL} = 0,30 \text{ mm}$ (verifica Ok per $W_k/W_{kL} < 1$)

Cmb	Mx	My	N	σ_c	σ_c/σ_{cL}	Wk	Wk/WkL
n. e stato	kN m	kN m	kN	kN/mq		mm	
8 OK	0,2	0,0	0,0	-502,1	0,04	0,00	0,00

11 INFORMAZIONI CODICI DI CALCOLO

Nome del software :PRO_SAP V.18.1.3
Licenza del software : E-time
Codice Contatto: : 0215-005
Produttore del software : 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.
Indirizzo del produttore : Via Garibaldi, 90 - 44121 Ferrara (FE)

Descrizione : Il software PRO_SAP è prodotto e distribuito da 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l. con sede in Ferrara (FE), e concesso in licenza al responsabile dei calcoli stessi. PRO_SAP è un programma sviluppato specificatamente per la progettazione e la verifica di edifici multipiano ed industriali realizzati con elementi strutturali in C.A., in Acciaio, in legno lamellare e massiccio o in muratura. PRO_SAP articola le operazioni di progetto secondo tre fasi distinte:

- 1) il preprocessore: fase di Input dove viene definita e modellata interamente la struttura;
- 2) il solutore: fase di elaborazione della struttura tramite un solutore agli elementi finiti;
- 3) il post-processore: fase di verifica degli elementi, di creazione degli elaborati grafici esecutivi e di redazione della relazione di calcolo.

12 ALLEGATO 1

Nel presente allegato si quantifica la resistenza a flessione e a taglio del travetto del solaio di copertura esistente ($M_R - V_R$) effettuate mediante programma Vcaslu (Free Software).

VERIFICA A FLESSIONE

VERIFICA A TAGLIO

Caratteristiche della Sezione				Sollecitazione	Elementi senza Armature trasversali Resistenza A taglio "NTC 4.1.2.1.3.1"							
h(mm)	d'(mm)	d(mm)	b(mm)	N _{ed}	k	ρ_l	f _{ck}	γ_c	σ_{cp}	V _{Rd}	V _{min}	V _{Rd2}
250	10	240	100	0	2	0.01	20.00	1.5	0	14.51456847	0,414106	9,93854445