

11/10/2022

## **ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

<b>Comune:</b>	Forlì (FC)
<b>Proprietà:</b>	Comune di FORLÌ'
<b>Oggetto:</b>	CONCESSIONE DELLA GESTIONE DEI SERVIZI ENERGETICI DEGLI EDIFICI DEL COMUNE DI FORLÌ' MEDIANTE LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI E DEGLI IMPIANTI: MIGLIORAMENTO SISMICO SCUOLA "LA RONDINE"
<b>Data:</b>	11/10/2022
<b>Progettista:</b>	

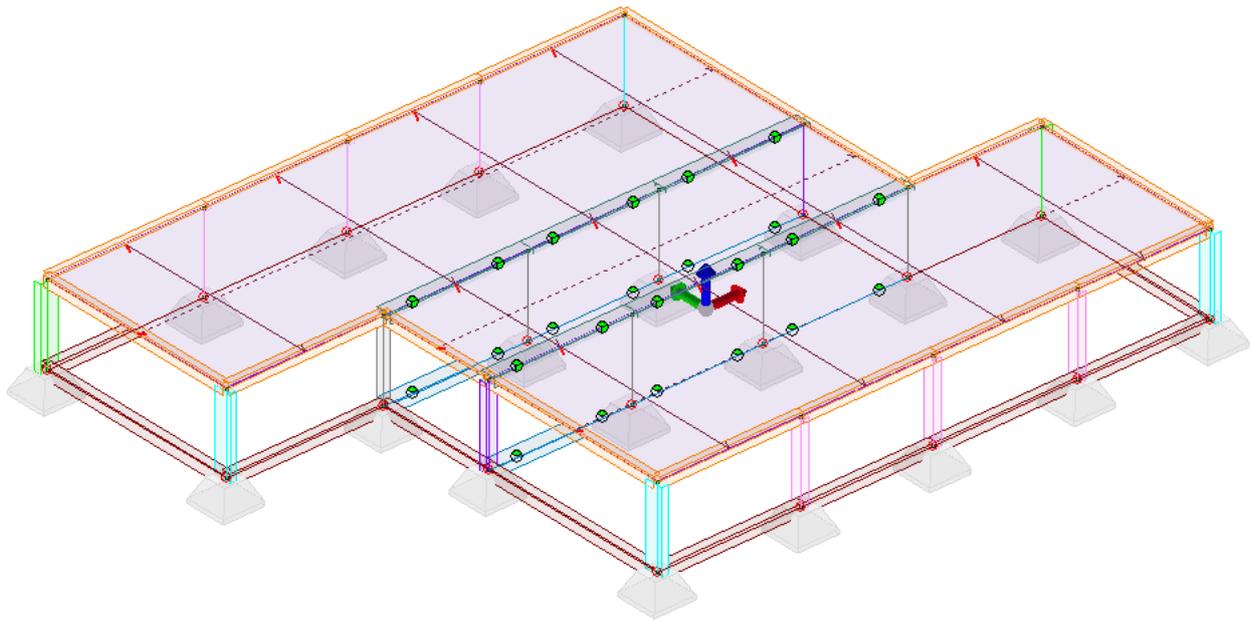
## INDICE

2.1	ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	3
2.1.A	DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO.....	4
2.1.B	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA .....	6
2.1.C	NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI.....	11
2.1.D	DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....	12
2.1.E	DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE.....	14
2.1.F	ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE.....	38
2.1.G	INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI .....	50
2.1.H	INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI UTILIZZATO .....	61
2.1.I	CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA .....	66
2.1.J	RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE SOLLECITAZIONI .....	68
2.1.K	CARATTERISTICHE DI AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO .....	76
2.1.L	STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE .....	76
2.1.M	INDICAZIONE DELLA CATEGORIA DI INTERVENTO PREVISTO .....	77
2.1.N	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE.....	77
2.1.O	DEFINIZIONE DELLE PROPRIETA' MECCANICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI LE STRUTTURE INTERESSATE ..	77
2.1.P	RISULTATI SIGNIFICATIVI EMERSI POST INTERVENTO E CONFRONTO CON LA SITUAZIONE PRE INTERVENTO	78
2.2	VERIFICHE LOCALI.....	91

## **2.1 ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE**

### **PREMESSA**

Oggetto della presente documentazione è la **RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE SISMICA ai sensi della LR 19/2009** per gli interventi di MIGLIORAMENTO STRUTTURALE E SISMICO di fabbricato scolastico sito a Forlì in Via G. Salvemini n.18.



Modello 3D complessivo del fabbricato

L' intervento oggetto della presente progettazione consiste in:

**MIGLIORAMENTO STRUTTURALE E SISMICO al 60% di fabbricato scolastico sito nel Comune di Forlì in Via G. Salvemini n.18** mediante i seguenti interventi:

- Realizzazione di nuovi elementi a trave e pilastro in cemento armato;
- Irrigidimento e consolidamento dei solai mediante realizzazione di collegamenti metallici efficaci fra i tegoli e le strutture verticali di sostegno degli stessi.
- Rinforzo dei nodi esistenti tra gli elementi prefabbricati mediante nuove connessioni con elementi metallici;
- Rinforzo dei vincoli di appoggio al fine di eliminare cinematici e vulnerabilità;

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

- Realizzazione di cordolo di fondazione perimetrale a rinforzo del collegamento tra i plinti esistenti;
- Opere di finitura connesse.

Si procederà quindi a svolgere una valutazione globale di miglioramento ed una verifica nei confronti dei carichi gravitazionali.

**2.1.A DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE DEL SITO**

Il fabbricato oggetto del presente intervento è ubicato in Comune di Forlì, provincia di FC, in via G. Salvemini n.18.

L'edificio è di proprietà del comune di Forlì ed è utilizzato dallo stesso per ospitare la Scuola Materna "La Rondine". L'edificio è composto da un solo corpo di fabbrica che risulta strutturalmente isolato dagli edifici circostanti.

La vista satellitare ricavata con Google Earth e riportata di seguito, ha permesso di identificare le seguenti coordinate geografiche:

- Sistema WGS84: latitudine 44.207615° , longitudine 12.035153°
- Sistema UTM: Fuso 33T Est=263142, Nord= 4899207

Dalla relazione geologica fornita dal comune si ricava inoltre che l'area è compresa nell'elemento n° 240133 CTR dell'Emilia Romagna e ha le seguenti coordinate sistema UTM32: 4899503, 742601.

11/10/2022



*Ortofoto con individuazione del fabbricato oggetto di intervento*

La caratterizzazione sismica del sottosuolo ai fini della determinazione della categoria di suolo di fondazione è stata eseguita sulla base di quanto riportato nella Relazione di Classificazione Sismica dei Suoli fornita dal Comune di Forlì a firma del Dott. Geol. Fabio Zaffagnini ed assunto in occasione delle "Verifiche ai sensi OPCM 3274/2003 e ss.mm.ii e OPCM 3362/2004 e ss.mm.ii." redatte da AIRE Ingegneria e fornite ai sottoscritti dal Comune.

Dall'esame della documentazione acquisita si vanno a definire le seguenti caratteristiche

- **Categoria di sottosuolo: C** ;
- **Categoria topografica: T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ).

La scelta di queste categorie determina i parametri da utilizzare nel calcolo dell'azione sismica, e conseguentemente il sistema di interazione fra terreno e fabbricato.

## **2.1.B DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

L'edificio scolastico si compone di un corpo di fabbrica che presenta in pianta una forma a "Z". Le dimensioni massime in pianta sono circa 33.15 x 23.55 m e l'area coperta massima risulta circa 570 mq. L'altezza fuori terra è di 3.50 m circa. L'edificio è stato realizzato negli anni 1974-1975.

Nell'edificio scolastico trovano spazio le zone destinate ad attività didattiche quali aule e laboratori, le attività di segreteria e di direzione, le attività di aggregazione, i servizi e i dormitori.

L'edificio presenta un piano utile fuori terra e due solai orizzontali, quello di calpestio del piano terra e quello di copertura; non presenta zone interrato destinate a deposito. Sono altresì presenti n.2 tettoie in metallo strutturalmente sconnesse dall'edificio stesso.

L'edificio è per tipologia e geometria strutturale uguale agli altri due edifici delle scuole "Gobetti" e "Il Quadrifoglio".

La struttura dell'edificio è in cemento armato del tipo prefabbricata.

La struttura dell'edificio è realizzata con pilastri in c.a. gettato in opera e travi e tegoli di solaio prefabbricati. Le facciate esterne sono realizzate con pannelli prefabbricati che sono o a tutta altezza (completamente oscuranti) oppure a parziale altezza presentando una finestratura a nastro nella zona superiore. La presenza dei pannelli a tutta altezza o meno si riflette di conseguenza sulle travi perimetrali di copertura che hanno larghezza variabile (a seconda che devono far spazio o meno al pannello). In alcune zone inoltre la tompagnatura è completamente assente e sostituita da pareti vetrate. Le partizioni interne sono realizzate con mattoni forati rivestiti con intonaco.

L'edificio geometricamente può essere considerato irregolare in pianta e regolare in altezza (non presenta restringimenti in elevazione).

I solai sono realizzati con struttura prefabbricata in c.a. con cospelle a forma di pi greca TT: la larghezza complessiva dell'ala è pari generalmente a 240 cm (in alcune zone la larghezza è ridotta a 120 cm); l'altezza totale dell'anima è di 50 cm; la soletta dell'ala ha spessore di 6.5 cm ed è raccordata alle anime, aventi uno spessore medio di 11 cm. Le varie cospelle - come si legge dalla relazione della prova di carico effettuata sulla scuola uguale per tipologia strutturale (Gobetti) - risultano solidarizzate l'una all'altra attraverso un getto integrativo di calcestruzzo. La prova di carico effettuata all'epoca della costruzione saggiò l'effettiva efficacia del getto integrativo attestando la buona collaborazione, nel piano di carico, tra le cospelle contigue indagate (per maggiori dettagli si rimanda alla relazione della prova di carico sulle cospelle della

scuola Gobetti). Tracce dei getti integrativi sono state rilevate all'intradosso delle coppelle, nei giunti di continuità tra le coppelle contigue della scuola in esame, ragion per cui l'ipotesi di collaborazione tra le coppelle viene assunta a base di calcolo anche in considerazione del getto integrativo che a sua volta collega la coppella alla travi portanti come riportato nella documentazione fotografica.

Le travi prefabbricate si possono distinguere in due ordini, all'interno dei quali trovano spazio le diverse forme geometriche. In sostanza si riconoscono le travi principali e quelle secondarie.

Le travi principali sono quelle su cui appoggiano i solai e che erano parzialmente prefabbricate in quanto completate da getti in opera di 10 cm. Tale getto sigillava lo spazio compreso fra due campate successive di solaio in cui erano lasciate scoperte le staffe di attesa che venivano a loro volta annegate nel getto di completamento e che solidarizzavano anche le coppelle alle travi.

Le travi secondarie, non portanti, anch'esse prefabbricate di dimensioni più contenute, anno lo scopo di riquadrare il solaio sui lati ove non sono presenti le travi principali dotate di staffe di attesa.

Le strutture portanti verticali di tipo monolitico sono realizzate con pilastri di sezione quadrata anch'esse prefabbricate. I pilastri al di sotto del piano terra presentano delle sezioni di dimensioni maggiori, probabilmente a costituire il naturale prolungamento del bicchiere del plinto di fondazione nel quale veniva calato il pilastro prefabbricato, ed è su tale prolungamento allargato che sono poggiate le travi del piano terra.

E' bene precisare che nella documentazione di progetto, in particolare nella relazione di calcolo, la struttura è stata verificata a sole azioni verticali e in totale assenza di azioni orizzontali di alcun genere.

Dall'analisi degli elaborati in nostro possesso e dai diversi sopralluoghi effettuati si può individuare uno schema costruttivo strutturale ben preciso che può essere riassunto come segue:

1. La struttura di fondazione risulta essere gettata in opera ed è di tipo superficiale puntuale con plinti a bicchiere posti ad una quota di circa 2.00 m dal piano di campagna. Tale quota è stata ricavata indirettamente attraverso la consultazione dei computi metrici. Le strutture di fondazione non sono collegate da travi.
2. Le strutture in elevazione fuori terra sono costituite da pilastri monolitici a sezione quadrata di dimensioni 30x30. In corrispondenza delle quote di imposta delle travi del primo solaio, come si è evinto dai grafici rinvenuti, non sono presenti pulvini o appoggi dei pilastri: il naturale prolungamento del bicchiere del plinto di fondazione costituisce un pilastro di sezione allargata, su cui poggiano le travi del primo livello.

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

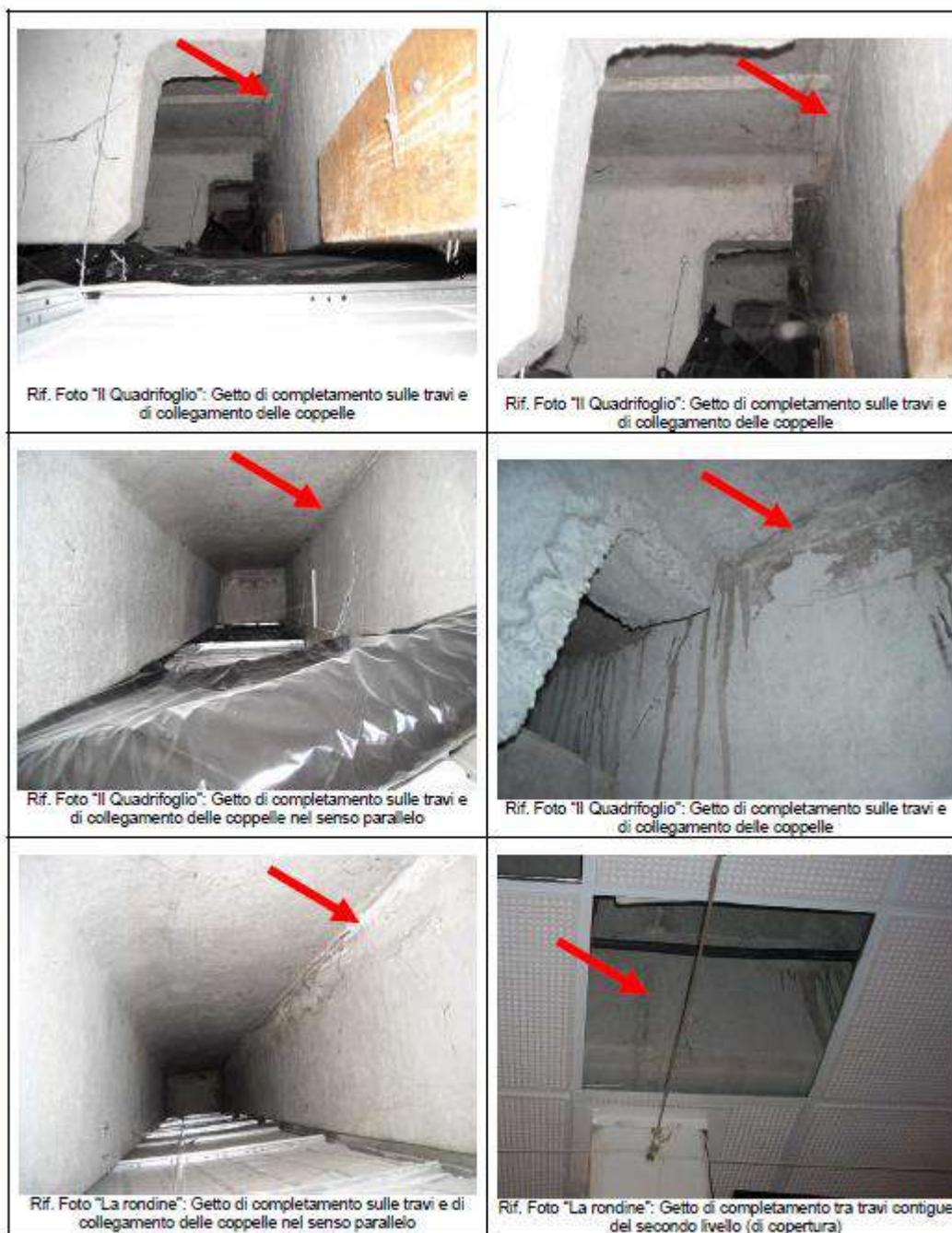
11/10/2022

3. Le travi portanti hanno una sezione composta: c.a. prefabbricato a cui è demandato il compito in fase costruttiva di sostenere i pesi propri delle strutture prefabbricate e getti di cls di completamento dei solai.
4. Le travi del primo solaio sono semplicemente appoggiate e collegate agli appoggi da ferri che, in caso di spostamenti in controfase dei pilastri, sono necessari a realizzare una catena contro l'eventuale fuori uscita della trave dalle selle di appoggio e che aumentano l'effetto di collegamento che la soletta crea tra travi e le coppelle e di conseguenza anche con i pilastri. Nella documentazione della scuola "Gobetti" sono stati rinvenuti alcuni grafici sul collegamento meccanico sopra descritto.
5. Le travi del secondo solaio (di copertura) sono anche esse semplicemente appoggiate e collegate ai pilastri da ferri come sopra descritto. Inoltre sono solidarizzate l'una all'altra attraverso i getti di completamento e quindi realizzano l'una con l'altra un vincolo di continuità. Tale schema costruttivo dei pilastri e delle travi associato alla tecnica di getto non consente di ipotizzare però un corretto nodo di continuità tra travi e pilastri, ma esclusivamente una continuità delle travi sugli appoggi.
6. La soletta delle coppelle, annegata all'interno del getto di completamento delle travi quindi ad esse collegate, può essere considerata infinitamente rigida in quanto di spessore superiore a 5 cm e resa solidale alle travi mediante il getto di completamento e i ferri che fuoriuscivano dalle coppelle stesse (ipotesi probabile in quanto non evidenziata espressamente nei grafici), creando la loro unione con le taffe di attesa delle travi. Le stesse coppelle sono solidarizzate l'una all'altra attraverso getti di completamento (vedi riferimenti prove di carico) e altresì collegate alle travi perimetrali.

Quanto sopra descritto è stato dedotto attraverso la consultazione dei grafici rinvenuti e attraverso indagini puntuali. Si riportano alcune foto esemplificative.

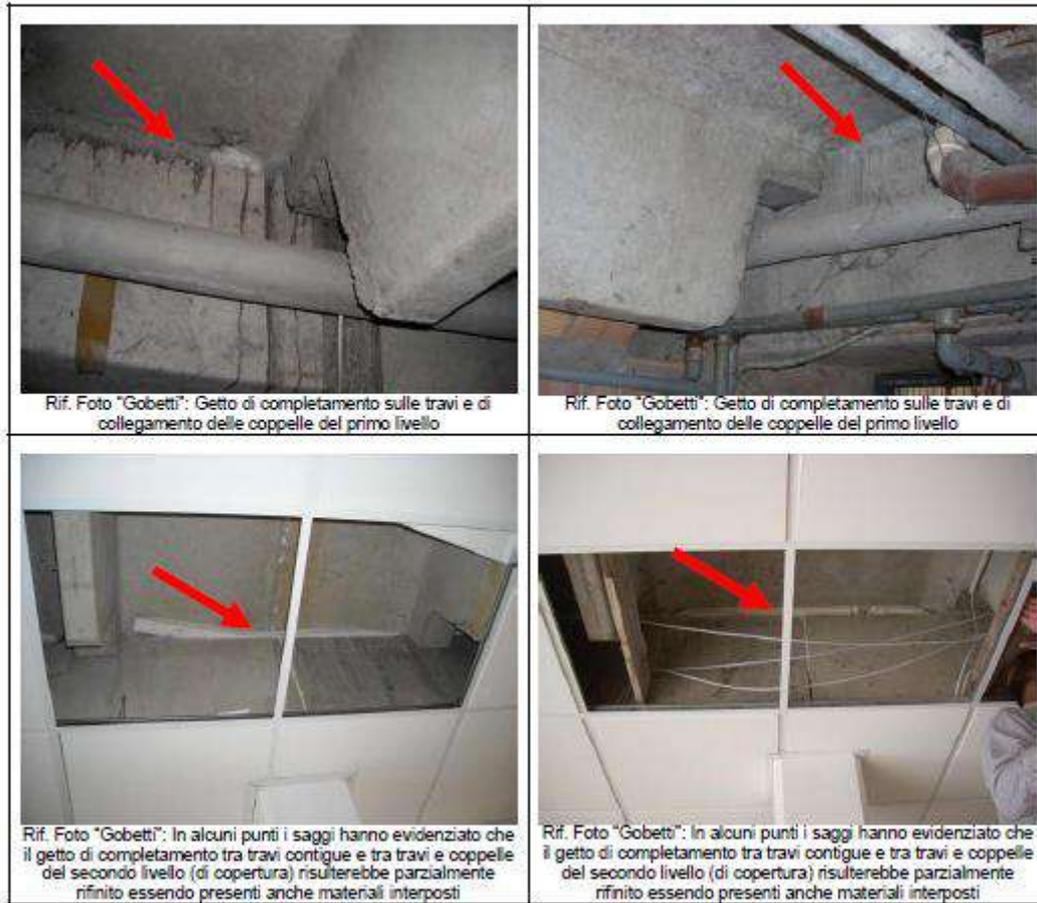
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



In base a quanto sopra esposto è stato individuato uno schema sismo-resistente che per il primo livello è di tipo pendolare con solai infinitamente rigidi e travi incernierate agli estremi. Per il secondo livello le travi sono state considerate continue e appoggiate sul pilastro (non continuità del nodo trave pilastro).

In tale caso non si ravvisa l'esigenza di verifica sismica delle strutture orizzontali (travi e nodi) per vari motivi: non sono direttamente collegate al sistema sismo-resistente; per effetto dei coefficienti di riduzione delle azioni accidentali, sono soggette a carichi verticali sismici inferiori ai corrispettivi carichi verticali statici; non sono presenti casi dove è necessario considerare l'azione sismica verticale (campate con luci superiori a 20 m, sbalzi con luci superiori a 4 m, elementi spingenti, ecc.)

**L'intervento, così come descritto e progettato, viene considerato un intervento di miglioramento con  $\zeta_E \geq 0.6$  dell'intero fabbricato ai sensi del punto 8.4.2 del DM 17/01/2018.**

## **2.1.C NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI**

Per il calcolo e la verifica delle strutture si utilizza la seguente normativa:

- **D.M. del 14/01/2008 - Ministero delle Infrastrutture, degli Interni e Protezione Civile.**  
"Norme tecniche per le costruzioni." Gazzetta Ufficiale n° 29 del 04/02/2008 - Supplemento Ordinario n° 30.
- **CIRCOLARE 2 febbraio 2009 , n. 617- Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti**  
"Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".
- **D.M. del 17/01/2018 - Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti.**  
Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC 2018)
- **Circolare 21 gennaio 2019 n.7 - Ministero delle Infrastrutture e dei trasporti**  
" Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018".

### ELENCO NON ESAUSTIVO DI ALTRE NORME E DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI

- **Legge n. 1086 del 5 novembre 1971.**  
"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- **Legge n. 64 del 2 febbraio 1974**  
"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
- **UNI ENV 1992-1-1 Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.**
- **UNI EN 206-1/2001 - Calcestruzzo. Specificazioni, prestazioni, produzione e conformità.**
- **UNI EN 1993-1-1 - Parte 1-1:Regole generali e regole per gli edifici.**
- **UNI EN 1998-1 – Azioni sismiche e regole sulle costruzioni.**
- **UNI EN 1998-5 – Fondazioni ed opere di sostegno.**
- **DGR 1814/2020, DGR 2272/2016 e 1373/2011.**

### ELENCO NON ESAUSTIVO DI ALTRE DOCUMENTAZIONI UTILIZZATE

- **Verifiche ai sensi dell'OPCM 3274/2003 e ss.mm.ii. e dell'OPCM 3362/2004 e ss.mm.ii.**

Redatte da AIREG ingegneria e Studio KR Associati (Dic. 2009)

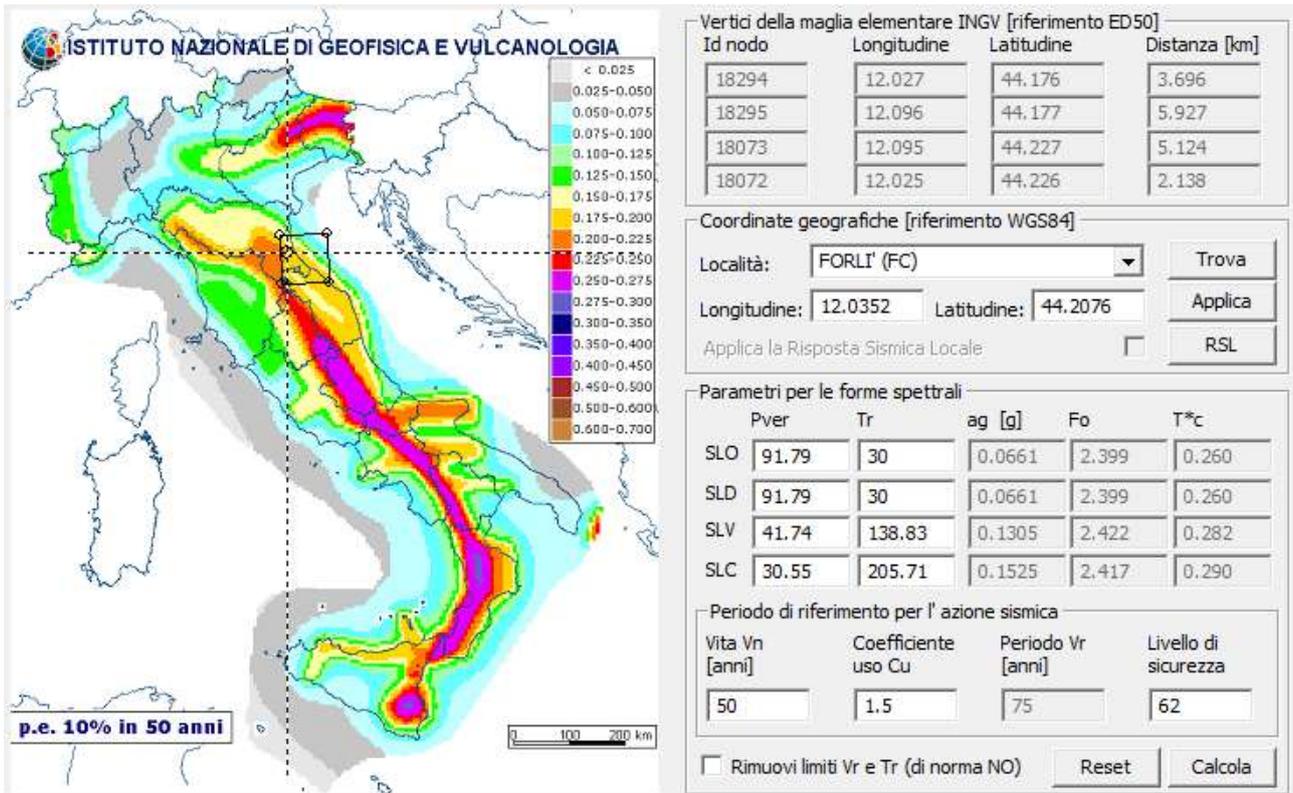
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

- **Concessione della gestione dei servizi energetici degli edifici del comune di Forlì mediante la realizzazione di interventi di adeguamento ed efficientamento energetico degli edifici e degli impianti: RELAZIONE TECNICA INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SISMICO**

Redatte da ing. Leonardo Mambelli (Nov. 2017)

**2.1.D DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA**

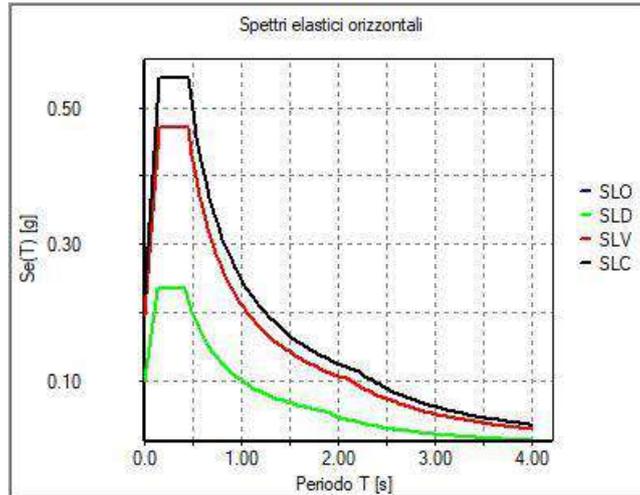


*Pericolosità sismica di base*

<b>Parametri della struttura</b>					
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1.5	75.0	C	T1

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



*Spettri elastici orizzontali*

Parametri e fattori spettrali							
S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD
SLO	0.065	1.500	2.402	0.829	0.142	0.426	1.862
SLD	0.065	1.500	2.402	0.829	0.142	0.426	1.862
SLV	0.130	1.500	2.416	1.177	0.150	0.451	2.121
SLC	0.152	1.480	2.409	1.270	0.153	0.459	2.210
Verticale per tutti:		1.000			0.050	0.150	1.000
Fattori di comportamento							
eta	SLO	q SLD x	q SLD y	q SLD z	q SLU x	q SLU y	q SLU z
	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5
Smorzamento...				1.0	1.0	<= Esistenti v. fragili	

**Verifiche**

q=1 per ND

q >= 1

**Regolarità**

in pianta

in altezza

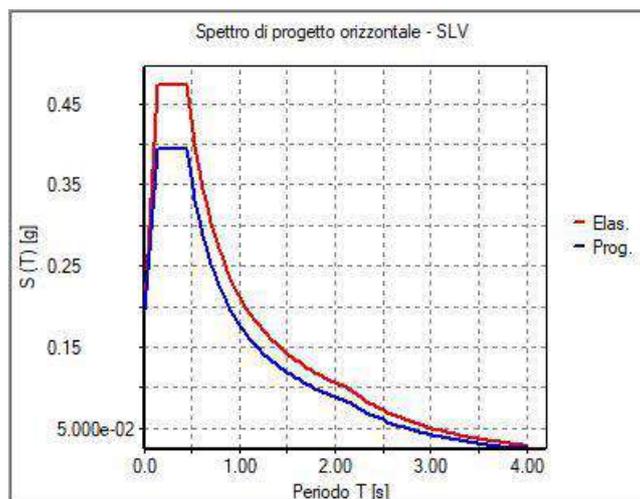
**Edifici isolati**

2.0 T is

10.0 s esi

Info...

*Fattori di comportamento*



*Spettri di progetto SLV*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

**Calcolo dei fattori di comportamento secondo il D.M. 17/01/2018**

La costruzione, esistente, è caratterizzata da non regolarità sia in pianta sia in altezza ed è progettata in classe di duttilità media (CD"B").

I valori dei fattori nelle direzioni x e y sono stati impostati manualmente dal progettista.

**Fattori di comportamento utilizzati**

	Dissipativi	Verifiche fragili
q SLU x	1.500	1.000
q SLU y	1.500	1.000
q SLU z	1.500	

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.200
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.315 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.221 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.000
			fattore per spost. mu d: 2.020
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Per la costruzione oggetto in oggetto si è considerata una **classe d'uso III**, una **vita nominale** della costruzione, **V<sub>N</sub>**, pari a **50 anni**, che comportano un coefficiente d'uso C<sub>u</sub> pari a 1,5 (tabella 2.4.I e 2.4.II DM2018); **il periodo di riferimento** della costruzione, V<sub>R</sub>, risulta quindi pari a 75 anni (par. 2.4.3 del DM2018).

Nella definizione dell'azione sismica si assume, come da relazione geologica, una **categoria di sottosuolo "C"** e **una categoria topografica "T1"**.

## 2.1.E DESCRIZIONE DEI MATERIALI E DEI PRODOTTI PER USO STRUTTURALE

Per la definizione completa dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, nonché dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati per gli elementi in c.a. di nuova realizzazione, si rimanda all'elaborato "R.03 - Relazione sui materiali" allegato alla istanza di autorizzazione sismica.

Per quanto riguarda i materiali esistenti si riportano le considerazioni svolte nelle precedenti campagne di studio che sono state da noi assunte in quanto alla base della progettazione preliminare.

#### **3.4. Documentazione reperita**

Da ricerche presso gli uffici del Comune di Forlì, dell' ex Genio Civile della Provincia di Forlì e dell'Archivio di Stato sede di Forlì, sono stati reperiti alcuni documenti progettuali originali. La documentazione del progetto originale non è esaustiva in tutti gli aspetti che dovrebbero riguardare un progetto esecutivo strutturale, sia per lo scarso dettaglio riservato ad esso all'epoca della progettazione sia per la probabile incompletezza dei documenti progettuali ad oggi rinvenuti. Tuttavia la scuola in esame "La Rondine" è strutturalmente identica alle altre due scuole "Gobetti" e "Il Quadrifoglio", pertanto una lettura congiunta e completa della carte progettuali riferite alle tre scuole, ha fornito un quadro più chiaro della geometria e tipologia strutturale della scuola in esame.

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Nel seguito si riportano i documenti rinvenuti per le tre scuole "La Rondine", "Gobetti" e "Il Quadrifoglio".

**Scuola "La Rondine"**

Tipo	Autore	Oggetto	Tav.	Anno
Rel.	Ing. Antonio Benzi	Relazione di Calcolo. Scuole Materne Tre sezioni . Località Ca' Ossi via F.lli Rosselli	-	Anno 1974
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Travi	-	n.d.
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Pannelli	-	n.d.
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Coppelle	-	n.d.
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Veelette	-	n.d.
Rel.	Ingegnere Capo-Comune di Forlì	Computo Metrico Estimativo	-	7/12/1972
Graf.	n.d.	Pianta Solaio di Copertura	Tav. n. 5	n.d.
Graf.	n.d.	Particolari Costruttivi	Tav. n. 8	n.d.

**Scuola "Gobetti"**

Tipo	Autore	Oggetto	Tav.	Anno
Rel.	n.d.	Relazione di Calcolo. Scuole Materne Tre sezioni . Località Ca' Ossi via F.lli Rosselli	-	n.d.
Graf.	n.d.	Alcuni Particolari nodo Pilastro	-	n.d.
Rel.	n.d.	Computo Metrico Estimativo	-	n.d.
Rel.	Ing. Antonio Benzi	Prova di carico Coppelle	-	14/09/1972
Rel.	Ing. Antonio Benzi	Prova di carico Trave e coppelle	-	26/04/1973
Graf.	S.r.l. Prefabbricazione	Scuola Materna Forlì – Pianta Fondazioni	1	03/07/1972
Graf.	S.r.l. Prefabbricazione	Scuola Materna Forlì – Pianta I Solaio	2	03/07/1972
Graf.	S.r.l. Prefabbricazione	Scuola Materna Forlì – Pianta Solaio di Copertura	3	04/07/1972
Graf.	n.d.	Pianta Fondazioni	2	n.d.
Graf.	n.d.	Pianta Solaio	3	n.d.
Graf.	n.d.	Pianta con indicazione dei locali	4	n.d.

**Scuola "Il Quadrifoglio"**

Tipo	Autore	Oggetto	Tav.	Anno
Rel.	Ing. Antonio Benzi	Relazione di Calcolo. Scuole Materne Tre sezioni . Località Ca' Ossi via F.lli Rosselli	-	Anno 1974
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Travi	-	n.d.
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Pannelli	-	n.d.
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Veelette	-	n.d.
Graf.	Ing. Antonio Benzi	Ordinativo Coppelle	-	n.d.
Graf./Rel.	n.d.	Soluzione Scantinato con relativo computo metrico estimativo	-	n.d.
Graf.	n.d.	Pianta Fondazioni	2	n.d.
Graf.	n.d.	Pianta Solaio	3	n.d.
Graf.	n.d.	Pianta con indicazione dei locali	4	n.d.
Graf.	n.d.	Pianta solaio di copertura	5	n.d.

Graf.	n.d.	Particolari Pensiline	7	n.d.
Graf.	n.d.	Particolari Costruttivi	8	n.d.

Lo studio del materiale rinvenuto, i sopralluoghi e i rilievi effettuati hanno permesso di individuare lo schema statico della struttura nonché i carichi verticali permanenti e accidentali a cui è soggetta.

Per tutte le scuole del gruppo non sono state ritrovate le relazioni a struttura ultimata né i certificati di collaudo.

Le indicazioni sulla qualità dei materiali utilizzati per la realizzazione delle strutture sono evidenziate solo nella relazione di calcolo della scuola "Gobetti", dove in particolare poche righe descrivono le ipotesi di base per il calcolo della struttura (ad esempio: pilastri caricati a pressione assiale pura; travi realizzate con sezione in c.a. completata con getto integrativo fatto in opera).

La relazione di calcolo indica che i materiali utilizzati nella costruzione sono i seguenti:

Fondazioni: Classe R 225 (Dosaggio 300 kg/mc di Cemento 325, rapporto A/C= 0.6)

Pilastri: Classe R 300 (Dosaggio 300 kg/mc di Cemento 425, rapporto A/C= 0.6)

Travi: Classe R 350 (Dosaggio 350 kg/mc di Cemento 425, rapporto A/C= 0.6)

Coppelle Solai: Classe R 200 (riferimento relazione prove di collaudo)

Acciaio Aq 50 (per le strutture in fondazione e staffe)

Sn 4400 (per le strutture in elevazione)

L'acquisizione dei dati ha riguardato soprattutto:

*1. Ricerca ed acquisizione elaborati progettuali*

Gli elaborati progettuali ufficiali (disegni architettonici, disegni strutturali, particolari costruttivi, relazioni di calcolo), sono stati rintracciati presso gli uffici di cui sopra.

*2. Rilievo di dettaglio delle strutture esistenti*

Sulla base degli elaborati strutturali ed architettonici esistenti si è provveduto a effettuare sopralluoghi che hanno consentito di stabilire con buona attendibilità la corrispondenza fra le strutture progettate e quelle realmente realizzate. Nel complesso il rilievo ha comportato la verifica geometrica delle strutture esistenti e della loro disposizione plano-altimetrica.

*3. Esecuzione delle campagne di indagine*

La campagna di indagine ha previsto per le strutture prefabbricate l'effettuazione di prove sclerometriche ed ultrasoniche e, solo nel caso della scuola "Lo scoiattolo", prelievo di provini dai pannelli in conglomerato di argilla espansa, sottoposto successivamente a prove di schiacciamento presso un laboratorio autorizzato.

La campagna di indagine al di là degli eventuali automatismi previsti dalle norme in termini di percentuali di elementi indagati ed esecuzioni di prelievi distruttivi è stata eseguita

rispettando i principi delle Istruzioni Tecniche di cui alla D.G.R. 23 giugno 2008 n. 936, in particolare limitando al minimo necessario la invasività sulle strutture, come indicato anche durante i diversi incontri tecnici tenuti dal Servizio Sismico della Regione Emilia-Romagna.

In particolare la campagna di indagine è stata pianificata sulla base delle seguenti valutazioni:

- a. Strutture quasi totalmente prefabbricate;
- b. Comportamento strutturale di tipo pendolare con:
  - strutture primarie ai fini sismici: pilastri;
  - strutture secondarie ai fini sismici: solai e travi.

Dalla ricerca eseguita per quanto riguarda le strutture di tipo prefabbricato e le strutture gettate in opera si dispone quindi delle prescrizioni progettuali sui materiali per quanto riguarda il calcestruzzo e l'acciaio.

### **3.5. Quadro fessurativo e/o di degrado**

L'edificio nel suo complesso non mostra un significativo quadro fessurativo. Sono presenti alcune lesioni che si ritengono di tipo funzionale e non strutturale. Ciò che è stato notato durante i sopralluoghi effettuati. Si riscontra un diffuso distacco tra i tramezzi e la struttura portante, di cui non è stato possibile accertare la causa: si può solo ipotizzare in via preliminare che le cause siano da ricercare in una eccessiva deformazione dei solai, oppure in un cedimento localizzato e differenziale tra struttura portante e non portante, oppure in spostamenti differenziali causati, alle strutture portanti e non, in occasione di eventi sismici più o meno recenti. E' stato possibile notare inoltre alcuni distacchi di copriferro per i quali si raccomanda di intervenire per bloccare il processo di ossidazione dei ferri.

Si vuole inoltre mettere in evidenza che le coppelle che formano il calpestio del piano terra non sono adeguatamente isolate dal terreno, trovandosi in condizioni particolari di umidità. Tale fenomeno, riscontrato anche per altre scuole, ha provocato l'espulsione del copriferro e la conseguente ossidazione dei ferri delle coppelle con il conseguente degrado delle strutture portanti.

Pertanto anche per le coppelle del solaio di calpestio si raccomanda una accurata ispezione creando, laddove necessario in mancanza di un accesso diretto, dei varchi, e procedendo quindi ad un adeguato intervento di ripristino.

Si riportano alcune foto esemplificative di quanto sopra menzionato.

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



Figura 4- Alcune foto del quadro fessurativo e/o di degrado

## **5. Indagini Specialistiche: Livello di Conoscenza e proprietà dei materiali**

Per valutare la vulnerabilità sismica delle strutture esistenti e per definire il più appropriato livello di sicurezza nei confronti delle azioni sulle strutture, risulta fondamentale acquisire il maggior numero di informazioni relative alla storia progettuale, alla geometria ed alle caratteristiche dei materiali che costituiscono le strutture portanti.

La conoscenza dell'edificio, nel caso specifico, è stata conseguita con ricerche storiche, con lo studio dei documenti progettuali rinvenuti e con accurate operazioni di rilievo e con indagini strumentali.

L'operazione di caratterizzazione non è scaturita solo da una semplice interpretazione ed estensione dei risultati delle indagini, ma è stata anche il risultato di una più complessa analisi dell'edificio che ha compreso anche l'individuazione dei principi e delle tecniche con le quali la struttura è stata concepita e realizzata.

Si è proceduto quindi:

1. al rilievo geometrico e strutturale sia degli elementi portanti verticali sia degli elementi portanti orizzontali, con la individuazione dei carichi gravanti;
2. all'analisi dei dettagli costruttivi;
3. alla valutazione dei carichi verticali;
4. allo studio dei progetti strutturali originari e dei documenti della contabilità dei lavori (questi ultimi laddove presenti).
5. alle verifiche ed indagini in situ, in particolare mediante indagini non distruttive (pacometriche, sclerometriche ed ultrasoniche);

In tal modo il progetto delle indagini diagnostiche-strumentali è stato realizzato con maggior cognizione di causa, essendo in grado (dopo le indagini storiche e il rilievo) di poter individuare dei punti ben precisi da indagare. I saggi e le indagini in situ oltre che un accertamento puntuale, hanno rappresentato anche un controllo a campione della attendibilità delle ipotesi progettuali e costruttive formulate.

*I risultati ottenuti dalle indagini non distruttive hanno portato a risultati confortanti in quanto le proprietà meccaniche medie dei materiali sono confrontabili con quelle attese. Pertanto approfondire le indagini con prove distruttive sarebbe stato troppo invasivo e superfluo per una struttura a comportamento pendolare.*

Per maggiori dettagli circa la localizzazione delle indagini e prove in situ, si rimanda alla Relazione sulle Indagini Specialistiche.

#### **5.1. Livello di conoscenza**

Si ritiene che la conoscenza del corpo di fabbrica è stata conseguita con un livello di approfondimento, funzione dell'accuratezza delle operazioni di rilievo, dell'analisi storica e delle indagini sperimentali e come definito all'appendice C8A della Circolare NTC pari ad un livello: "LC2 - Conoscenza Adeguata".

Il livello di coscienza raggiunto, "Livello di Conoscenza Adeguata – LC2", consente di poter adottare un "Fattore di Confidenza  $FC = 1,20$ ".

In relazione al livello di conoscenza LC2 conseguito si precisano i seguenti aspetti:

- geometria: per gli elementi in c.a., la geometria è stata acquisita dai disegni originari parzialmente completi la cui comprensione è stata integrata con un rilievo metrico "completo" ex-novo per verificare l'effettiva corrispondenza del costruito ai disegni e anche attraverso la consultazione dei disegni riferiti alle scuole simili;
- dettagli costruttivi: per gli elementi in c.a. i dettagli sono stati desunti dai disegni costruttivi originari, anche attraverso la consultazione dei disegni riferiti alle scuole simili, la campagna di indagini metriche e pacometriche effettuate ha confermato ed integrato i dati in possesso raggiungendo un grado di verifiche in-situ delle armature e dei collegamenti presenti negli elementi più importanti di tipo limitato (tabella C8A.1.2 della Circolare NTC)
- proprietà dei materiali: per gli elementi in c.a. le informazioni sulle caratteristiche meccaniche dei materiali sono state desunte dalle specifiche originali di progetto e dall'elaborazione dei dati delle prove non distruttive eseguite conseguendo un livello di verifica di tipo limitato, *considerando che l'esecuzione di prove distruttive sarebbe stato troppo invasivo e superfluo per una struttura a comportamento pendolare.* (Tabella C8A.1.2 della Circolare NTC).

Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si è tenuto conto delle situazioni ripetitive presenti, che hanno consentito di estendere ad una più ampia percentuali i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidente caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale, anche in considerazione del fatto che la scuola presenta un tipologia strutturale che si ripete in altri due edifici. ("Note esplicative alla tabella C8A.1.3 (a,b)" della Circolare NTC).

Considerando l'importanza fondamentale che i pilastri rivestono nel sistema sismoresistente individuato, si è ritenuto opportuno concentrare maggiormente l'attenzione sulle strutture verticali in quanto sono le uniche sismo-resistenti mentre le travi sono semplicemente appoggiate alle strutture verticali che risultano incastrate alla base.

## 5.2. Proprietà dei materiali esistenti

Le caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti assunte nelle analisi numeriche sono state dedotte dai risultati delle indagini realizzate e tenendo debitamente in conto quanto riportato nei documenti progettuali rinvenuti.

Le indagini diagnostiche non distruttive e la loro elaborazione attraverso i criteri definiti nella relazione sulle indagini specialistiche nonché le indicazioni riportate nel progetto originario, hanno fornito dei risultati che consentono di adottare per i materiali impiegati i seguenti valori medi di resistenza:

- Calcestruzzo Pilastri  $R_m$  283 daN/cm<sup>2</sup>;
- Calcestruzzo Travi  $R_m$  350 daN/cm<sup>2</sup>;
- Acciaio  $f_{ym}$ =4400 daN/cm<sup>2</sup>.

## 1. PREMESSA

Nel complesso percorso della verifica di vulnerabilità sismica particolare importanza riveste la conoscenza del manufatto che deve essere la più completa possibile al fine di poter operare nel miglior dei modi. La fase della diagnosi assume pertanto un ruolo indispensabile per la definizione delle successive operazioni ed in tale campo fondamentale è l'apporto del contributo che possono fornire le varie tecniche di diagnosi.

Tali metodi di prova consentono di conoscere con grado di attendibilità sufficientemente elevato le caratteristiche meccaniche dei materiali in situ e successivamente forniscono parametri indispensabili per la formulazione di un modello di funzionamento della struttura nel suo insieme, analizzando la risposta sotto determinate condizioni di carico.

La valutazione della sicurezza di un edificio esistente è una operazione molto delicata, sia per la natura particolare del problema stesso, sia per le incertezze che accompagnano la conoscenza dei materiali e l'attendibilità dei risultati delle indagini e dei procedimenti di calcolo.

È necessario che i dati raccolti con le indagini siano, per qualità e quantità pienamente rappresentativi delle caratteristiche dell'opera. Ciò significa che, in linea generale e compatibilmente con i costi ragionevolmente sostenibili, le indagini debbono permettere di stimare correttamente le proprietà dei materiali.

Pertanto il momento in cui il contributo delle conoscenze che si ottengono dalle prove può risultare di maggiore aiuto riguarda la comprensione della situazione originaria della costruzione e la individuazione delle cause dei dissesti avvenuti, in atto o potenziali.

L'attività di indagine porta, attraverso l'esecuzione delle prove, alla caratterizzazione dei materiali e delle loro proprietà fisico-meccaniche, alla conoscenza delle tecniche costruttive e degli elementi strutturali, alla definizione dei vincoli. Costituisce pertanto il bagaglio principale qualitativo e quantitativo delle conoscenze di cui il progettista si deve avvalere.

La campagna delle indagini diagnostiche-strumentali e dei saggi a vista è stata predisposta sulla scorta delle documentazione rinvenuta (relativa ai progetti originari), dei sopralluoghi, dei rilievi metrici, e dopo avere individuato le aree di maggiore rilevanza strutturale.

In tal modo si è evitata una massiccia campagna di indagini che poteva fornire risultati ripetitivi e arrecare un danno più o meno invasivo agli edifici.

Le indagini in sito, di tipo non distruttivo, sono state eseguite direttamente dal RTP incaricato con l'ausilio di idonea strumentazione tecnica; per le indagini di tipo distruttivo, i campioni estratti, sono stati sottoposti a prove nel laboratorio individuato, ufficialmente autorizzato all'esecuzione di prove sui materiali da costruzione.

Per la conoscenza dei dettagli costruttivi dell'edificio con struttura portante in muratura si è proceduto con saggi a vista, che hanno consentito di verificare:

- tipologia e qualità muraria ai vari piani (sia paramenti interni che esterni);
- tipo di connessioni sui martelli murari e sui cantonali (sia paramenti interni che esterni);
- tipologia e orditura dei solai;
- tipologia e tipo di connessione degli orizzontamenti e della copertura alle strutture verticali.

Per gli edifici con struttura portante in c.a. del tipo prefabbricato, lo scopo delle indagini è stata la conoscenza della natura del calcestruzzo, focalizzando principalmente l'attenzione sugli elementi verticali, in considerazione del ruolo principale che rivestano in termini di resistenza nei confronti delle azioni sismiche, attraverso l'esecuzione di prove non distruttive nonché la conoscenza delle armature in essi presenti.

La conoscenza della natura del calcestruzzo è stata affidata ad indagini di tipo non distruttivo ed in particolare a prove sclerometriche e ultrasoniche che sono state opportunamente combinate attraverso il metodo Sonreb, i margini d'incertezza derivanti dai fattori perturbativi intrinseci ai due sistemi di indagine indiretta vengono in tal modo compensati, fornendo così risultati finali dotati di maggiore affidabilità.

Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si è tenuto conto delle situazioni ripetitive presenti, che hanno consentito di estendere ad una più ampia percentuali i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetitività, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale. Il numero delle prove è stato stabilito nel rispetto della normativa e del Livello di Conoscenza da raggiungere, compatibilmente con le destinazioni d'uso degli ambienti e quindi con la facilità e/o la possibilità di accesso.

Le operazioni di indagine hanno avuto le seguenti modalità di esecuzione: sono state scelte le strutture da indagare; si è proceduto, laddove sono state eseguite le prove sclerometriche e ultrasoniche, inizialmente alla preparazione delle "piazzole", alla spicconatura degli intonaci e alla completa pulizia di qualsiasi finitura esistente sul calcestruzzo, al fine di operare con le strumentazioni direttamente sul calcestruzzo. Successivamente si è proceduto alla rilevazione delle barre di armatura, sia longitudinali che orizzontali, con il pacometro; nelle zone libere da armatura sono state realizzate le indagini sclerometriche e ultrasoniche per trasparenza (solo occasionalmente, laddove logisticamente impossibilitati, si è proceduto ad una misurazione indiretta)

Inoltre per quanto riguarda i pannelli portanti perimetrali si è proceduto all'estrazione di n. 2 carote che sono state sottoposte a prove di schiacciamento presso il laboratorio autorizzato AGC con sede in San Nicola La Strada (Ce)

Per l'esatta ubicazione degli elementi indagati e dei saggi a vista si rimanda alle piante di seguito allegate e ai relativi allegati fotografici riportati per ciascun edificio.

Per l'edificio con struttura portante in acciaio, si è proceduto a saggi a vista per il rilievo dei dettagli strutturali (collegamenti) e a all'estrazione di un provino di acciaio, sottoposto a prova di trazione.

## **2. DESCRIZIONE SINTETICA DEI METODI DI INDAGINE**

- **Prove sclerometriche:** dette anche prove di durezza superficiale, permettono di stimare la qualità del conglomerato cementizio utilizzando il legame che sussiste tra la durezza d'urto del materiale e la resistenza a compressione. La prova prevede le seguenti fasi: preparazione dell'elemento strutturale rimuovendo l'intonaco; molatura della superficie; rilevazione della disposizione delle barre di armatura (ferri longitudinali e staffe) con la prova pacometrica, e segnalazione sull'elemento strutturale da indagare; esecuzione delle battute sclerometriche nella zona compresa tra due staffe. La prova sclerometrica è caratterizzata da una semplicità di metodologia e di procedura: dall'indice sclerometrico, proporzionale all'altezza di rimbalzo, letto in corrispondenza del punto di prova, si desume la resistenza a compressione del calcestruzzo attraverso alcune correlazioni, pertanto il risultato è legato sostanzialmente alle condizioni del punto nel quale la prova viene eseguita.
- **Prove ad ultrasuoni:** la prova può essere usata per il controllo del calcestruzzo al fine di: calcolare il modulo di elasticità dinamico; determinare la profondità delle fessure; valutare l'omogeneità e stimare la resistenza del calcestruzzo. La prova consiste nel misurare il tempo impiegato dalle onde sonore per percorrere un tratto di calcestruzzo compreso tra due trasduttori posti ad una certa distanza. Il metodo ad ultrasuoni risulta affidabile sia per la valutazione dell'omogeneità del conglomerato che per la rilevazione dello stato fessurativo.  
Con la combinazione di prove ultrasoniche e sclerometriche (Metodo Sonreb) è possibile risalire alla resistenza del calcestruzzo, a tale scopo è stata utilizzata una procedura che consente di ottenere il valore più appropriato di Resistenza stimata media dei CIs (tale procedura è anche quella suggerita dal Programma VSCA per le indagini in sito sui materiali della regione Toscana)
- **Estrazione di provino di acciaio di armatura:** sulle provino estratto si è proceduto in laboratorio ad eseguire prove di trazione per la determinazione delle caratteristiche meccaniche: tensione di snervamento e di rottura.

- Prove pacometriche: tale metodo consente di localizzare la posizione delle barre di armature presente nell'elemento strutturale oggetto di indagine attraverso l'uso del pacometro, sfruttando le proprietà magnetiche dell'acciaio.
- Carotaggio: è il metodo distruttivo più diffuso nella pratica professionale. Consente di stimare la resistenza caratteristica del materiale. Il carotaggio consiste nell'estrazione di provini cilindrici, detti carote, su cui si eseguono in laboratorio prove di schiacciamento. Il diametro delle carote deve essere non minore di 3 volte la dimensione massima dell'aggregato, mentre l'altezza deve essere preferibilmente pari almeno a due volte il diametro. La resistenza a compressione misurata sulle carote è influenzata da numerosi fattori: rapporto lunghezza/diametro; direzione di perforazione rispetto ai getti e posizione del prelievo nell'ambito dell'elemento strutturale; disturbo conseguente al prelievo; presenza di armature; età del calcestruzzo prelevato; modalità di preparazione dei provini dalle carote e stagionatura. In generale tali fattori tendono a far sottostimare la resistenza rispetto a quella degli analoghi provini standard. Anche se l'influenza di alcuni di essi può essere ridotta al minimo, conducendo un'accurata estrazione delle carote, si deve comunque far ricorso a coefficienti correttivi, opportunamente calibrati, per il calcolo della resistenza.

### **Allegato - Modalità di esecuzione delle prove**

Per l'esecuzione delle prove non distruttive sugli elementi in c.a., sono state eseguite le seguenti operazioni preliminari:

1. Rimozione dell'intonaco o altro materiale posto a ricoprimento dell'elemento strutturale, mediante scalpello e martello, fino allo strato superficiale di calcestruzzo, avendo cura di lasciare il più indisturbato possibile lo strato superficiale cementizio;
2. L'operazione di cui al punto 1. viene estesa per l'intera larghezza del pilastro, da un'altezza baricentrica di circa 150 cm, per un'altezza totale di 40 cm per le due facce opposte dell'elemento strutturale.
3. Raschiatura della superficie di cls con mola a mano fino a riportarla in condizioni di lisciatura omogenea per la zona descritta al precedente punto 2., mediante mola a grana media per calcestruzzi, escludendo quindi l'impiego di mezzi meccanici che potrebbero intaccare lo strato superficiale del calcestruzzo.
4. Rilevazione della disposizione dei ferri d'armatura dell'elemento strutturale indagato mediante pacometro e loro segnatura sull'elemento stesso tramite gessetti o altro. Tale operazione è eseguita su entrambe le facce evidenziando sia le barre longitudinali che le staffe. La necessità di eseguire tale fase operativa con grande attenzione è legata all'esigenza di evitare l'intercettazione di barre d'armatura durante l'esecuzione delle battute sclerometriche e delle letture ultrasoniche, condizione indispensabile per desumere valori attendibili della resistenza del calcestruzzo.
5. Individuazione di 2 aree d'indagine sulle facce contrapposte dell'elemento da indagare poste alla stessa altezza. Ciascun area di indagine è individuata all'interno del quadrante compreso tra due staffe consecutive.

L'esecuzione delle battute sclerometriche, da eseguire nelle zone precedentemente definite, avendo cura di mantenere una sufficiente distanza dalle armature rilevate, è stata effettuata secondo le seguenti fasi:

1. Controllo preventivo della taratura dello strumento con "Incudine di prova".
2. Esecuzione di n. 12 battute per ogni zona di misura individuata, su entrambe le facce dell'elemento strutturale, alla stessa quota con una distanza tra ogni battuta pari a 2.5 cm.
3. Annotazione delle battute sclerometriche sull'apposita scheda di sintesi "Scheda Prova Calcestruzzo"

L'indice di rimbalzo medio viene ricavato come media su n. 10 battute escludendo il valore più alto e il più basso delle dodici letture effettuate.

La battuta è eseguita sulla superficie di cls privata di sporgenze e resa uniforme dall'esecuzione di raschiatura della parte con mola a mano. Lo strumento è disposto in modo da formare un angolo pari a 0° rispetto all'orizzontale; nel caso di angoli diversi il dato viene riportato nella scheda di sintesi.

Il rilevamento delle letture degli ultrasuoni, da eseguire nelle zone precedentemente definite, avendo cura di mantenere una sufficiente distanza dalle armature rilevate, è stato effettuato secondo le seguenti fasi:

1. Controllo preventivo della taratura dello strumento con "Barrotto di calibrazione".
2. Esecuzione di tre letture nel quadrante in cui sono state preventivamente effettuate le battute sclerometriche, secondo le seguenti modalità:
  - a. dopo aver eseguito le battute sclerometriche, si provvede a ritrattare la superficie con la mola abrasiva per renderla più possibile uniforme;
  - b. primo accoppiamento: lettura del tempo impiegato dall'onda nel giungere dal trasduttore emittente al trasduttore ricevente centralmente all'area individuata, dopo aver spalmato uno strato di gel accoppiante sui trasduttori e sul calcestruzzo al fine di migliorare l'aderenza ed eliminare le micro asperità o vuoti che possono falsare la misura;
  - c. secondo accoppiamento: lettura del tempo impiegato dall'onda nel giungere dal trasduttore emittente al trasduttore ricevente nello stesso punto del primo accoppiamento, dopo aver staccato le sonde, pulito lo strumento e ripristinato lo strato di gel accoppiante;
  - d. terzo accoppiamento: lettura del tempo impiegato dall'onda nel giungere dal trasduttore emittente al trasduttore ricevente nello stesso punto del primo e secondo accoppiamento, dopo aver staccato le sonde, pulito lo strumento e ripristinato lo strato di gel accoppiante
3. Misurazione della sezione dell'elemento strutturale, ovvero della distanza tra i due trasduttori.

Calcolato il rapporto fra distanza e tempo medio d'attraversamento delle onde ultrasoniche (media sulle tre letture effettuate nel medesimo punto), è possibile ricavare il corrispondente valore di velocità media  $V_m$ , sulla cui base viene stimata la resistenza del materiale.

### Allegato - Modalità di interpretazione ed elaborazione dei dati di prova

#### Metodo Indiretto: Sonreb

Per ogni aggregato strutturale oggetto di indagini, l'interpretazione dei dati di prova viene compiuta distinguendo i dati per ogni edificio costituente l'aggregato strutturale e per ogni piano dello stesso.

Per quanto riguarda l'interpretazione delle indagini sul calcestruzzo, la coppia di valori medi (indice di rimbalzo e velocità di propagazione), è stata trattata numericamente utilizzando tre note formulazioni presenti in letteratura tecnica per l'elaborazione dei dati, al fine di giungere alla determinazione del valore di Resistenza del cls proprio dell'edificio indagato.

Le tre differenti formulazioni, affermatosi nella bibliografia tecnica, definiscono le curve di iso-resistenza, dalle quali dati i valori di V (velocità media di propagazione degli ultrasuoni) e S (indice medio di rimbalzo) si ottiene il valore di resistenza R<sub>c</sub> (Resistenza cubica convenzionale del calcestruzzi):

ARTICOLO J. GASPARIRIK, "PROVE NON DISTRUTTIVE IN EDILIZIA", QUADERNO DIDATTICO A.I.P.N.D., BRESCIA 1992

$$R_{c1} = 0,0286 * S^{1,246} * V^{1,85} \quad (\text{con } R_c \text{ in N/mm}^2 \text{ e } V \text{ in Km/sec})$$

ARTICOLO A. DI LEO, G. PASCALE, "PROVE NON DISTRUTTIVE SULLE COSTRUZIONI IN CEMENTO ARMATO ", CONVEGNO SITEMEA QUALITÀ E PROVE NON DISTRUTTIVE PER L'AFFIDABILITÀ E LA SICUREZZA DELLE STRUTTURE CIVILI, BOLOGNA, SAIE '94, 21 OTTOBRE 1994

$$R_{c2} = 1,2 * 10^{-9} * S^{1,058} * V^{2,446} \quad (\text{con } R_c \text{ in N/mm}^2 \text{ e } V \text{ in m/sec})$$

ARTICOLO R. GIACCHETTI, L. LACQUANITI, "CONTROLLI NON DISTRUTTIVI SU IMPALCATI DA PONTE IN CALCESTRUZZO ARMATO" NOTA TECNICA 04, 1980, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ANCONA, FACOLTÀ DI INGEGNERIA, ISTITUTO DI SCIENZA E TECNICA DELLE COSTRUZIONI.

$$R_{c3} = 7,695 * 10^{-10} * S^{1,4} * V^{2,6} \quad (\text{con } R_c \text{ in Kg/cm}^2 \text{ e } V \text{ in m/sec})$$

Tali formulazioni possono fornire valori fra loro differenti, pertanto come consigliato in letteratura, è possibile utilizzare anche il valore medio ottenuto dalle tre formulazioni suddette. L'adozione del valore della resistenza stimata ottenuta dalla singola formulazione o anche come media, è considerata alla luce dello stato generale della struttura e dei dati rappresentativi della qualità del materiale.

Le formule di correlazione Sonreb, sono comunque applicabili per valori della velocità di attraversamento superiori ai 3100-3200 m/s, mentre per valori inferiori non risultano attendibili poiché esterne al dominio delle curve Sonreb ricavate sperimentalmente.

Per tutti gli edifici indagati sono state riscontrate velocità di attraversamento superiori al valore sopra indicato tranne che per la scuola "Querzoli", che presenta una struttura mista muratura/calcestruzzo e in cui il saggio effettuato sul pilastro in c.a. ha evidenziato la scarsa qualità del cls sia per la presenza di pietre con spigoli arrotondati (ciottoli) sia per la scarsa tenacità e compattezza del conglomerato messo allo scoperto dal saggio.

Nei casi, come quello della scuola "Querzoli", in cui si riscontrano valori delle velocità di propagazione degli impulsi inferiori al limite 3100-3200 m/s le formulazioni perdono di significato anche se, pur non essendo possibile stabilire con certezza la resistenza del cls, una affermata letteratura tecnica ci indica per tali casi una scarsa qualità del conglomerato (res. inferiore 150 daN/cm<sup>2</sup>).

#### **Metodo Diretto: Carotaggio**

L'interpretazione dei dati dei Laboratori e riportati nel Certificato, è un problema che non trova soluzione in alcuna norma, poiché non esiste uno standard nazionale di riferimento sulla materia.

Il valore di resistenza fornito dallo schiacciamento del provino (Resistenza di carota), non coincide con quello che si otterrebbe da prove condotte su cubi confezionati durante il getto delle strutture (Resistenza cubica convenzionale), a causa dei fattori perturbativi tra i quali si citano: rapporto lunghezza/diametro della carota; direzione di perforazione dei getti; pressione di consolidamento; disturbo conseguente alle operazioni di prelievo; presenza eventuale di armature; passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica.

E' incerta l'entità dell'influenza di tali fattori sulla definizione del valore della resistenza.

Le formulazioni presenti in letteratura per l'elaborazione di tali dati tengono conto dei suddetti fattori attraverso dei coefficienti correttivi che, applicati al valore  $R_{car}$ , consentono di ottenere sia il valore di resistenza del cls in situ, sia la resistenza cubica convenzionale.

Si precisa di seguito il significato dei termini utilizzati:

1)  $R_{car}$  = Resistenza di carota, ovvero resistenza misurata dalla rottura della carota. Il valore viene fornito dalla prova a compressione effettuata dal Laboratorio sul campione prelevato dall'elemento strutturale.

2)  $R_{cil}$  = Resistenza cilindrica, ovvero di un provino cilindrico standard (rapporto di snellezza  $H/D=2$ ). Si ottiene tramite coefficienti correttivi che consentono di depurare il valore di resistenza  $R_{car}$  da fattori perturbativi (eventuale disturbo causato dalle operazioni di prelievo, rapporto di snellezza  $\neq 2$ , direzione di perforazione, presenza di barre d'armatura).

Viene stimata con formule note in letteratura:

- BS 1881 Part. 120
- Concrete Society
- Cestelli Guidi

3)  $R_{eff.cub.in situ}$  = Resistenza effettiva cubica, ovvero resistenza di un provino cubico standard al momento del carotaggio sulla struttura esaminata. Il valore si ottiene moltiplicando  $R_{cil}$  per un fattore di correzione che tiene conto delle diverse dimensioni di un provino cubico rispetto ad uno cilindrico (differente rapporto altezza-lato, differente rapporto massa-superficie, differente direzione di prova)

Viene stimata con formule note in letteratura:

- BS 1881 Part. 120
- Concrete Society
- Cestelli Guidi
- D.M. febbraio 1992 art. 4.0.2. ("Resistenze di calcolo")

4)  $R_{cub. Conv.}$  = Resistenza convenzionale, ovvero del calcestruzzo a 28gg., ottenuta da cubi confezionati al momento del getto in opera e maturati in condizioni standard.

Si ottiene incrementando mediante coefficienti correttivi  $R_{eff.cub.in situ}$  per tenere conto dei fattori perturbativi dovuti alle operazioni di getto, alle differenti condizioni termoigrometriche ed all'età di maturazione.

Viene stimata con formule note in letteratura:

- Concrete Society
- Cestelli Guidi
- D.M. 09/01/96 – Appendice 2

Per quanto riguarda la correlazione fra la resistenza convenzionale (quella misurata in condizioni standard sui provini normalizzati) e la resistenza in situ, va osservato che le operazioni di getto nelle casseforme possono essere causa di segregazione, sia per l'attrito esercitato dalle pareti delle casseforme, sia per l'azione di griglia dovuta a certe disposizioni di armatura, sia per le differenze delle dimensioni e del peso specifico dei componenti del calcestruzzo, che in relazione alla consistenza e fluidità del getto. Altro motivo di differenza fra la resistenza convenzionale e quella in situ è dovuta alla variazione delle condizioni termoigrometriche nelle quali avviene la stagionatura in opera, alla presenza di inerti non adeguati (ciottoli di fiume non lavati) con conseguente mancata aderenza di questi con la matrice cementizia, errato assortimento granulometrico degli stessi.

In definitiva, l'effetto delle modalità di preparazione e di stagionatura determina, a parità di altre condizioni, resistenze in situ generalmente minori di quelle convenzionali.

Di seguito si riportano alcuni dei metodi suddetti e se ne illustrano i criteri d'interpretazione dei dati derivanti dalla rottura a compressione della carota.

#### METODO PROPOSTO DALLE BRITISH STANDARD (BS) 1881 PART. 120:

Il metodo fornisce la Resistenza Cubica in Situ del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1.  $R_{car}$ : Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;
2. Applicazione di un fattore correttivo ( $R_1$ ) che tiene conto della snellezza della carota, variabile da 0,92 (per rapporti di snellezza pari a 1) ed 1 per rapporti di snellezza pari a 2), desunto dalla curva fornita dalle BS 1881.
3. Resistenza cilindrica corretta. Si ottiene tramite la seguente formula: [ $R_{carota} * R_1$ ]
4. Resistenza cubica equivalente in situ. Si ottiene tramite la seguente formula: [ $R_{cilindrica} corretta * 1,25$ ]

#### METODO PROPOSTO DALLA CONCRETE SOCIETY

Il metodo fornisce la Resistenza Cubica in Situ e la Resistenza Cubica Convenzionale del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

1.  $R_{car}$ : Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;
2. Rapporto di snellezza della carota: ( $n = H/\phi$ ).
3. Resistenza cilindrica. Si ottiene tramite la seguente formula: [ $R_{cilindrica} = (2 / (1,5 + 1/n)) * R_{carota}$ ]. Dove il coefficiente a numeratore vale 2 per il passaggio alla resistenza cilindrica a partire da quella della carota.
4. Resistenza cubica attuale stimata (in situ): si ottiene tramite la seguente formula: [ $R_{cubica} attuale stimata = 1,25 * R_{cilindrica}$ ]. Dove il coefficiente a numeratore vale 1,25 per il passaggio dalla resistenza cilindrica a quella cubica.
5. Fattore di correzione che tiene conto delle dimensioni del campione prelevato, della dimensione massima dell'inerte di cls presente nel mix-design, della presenza di barre di armatura inglobate nel provino, considerate in termini di distanza dalla faccia esterna della carota e di diametro della barra. Se non si hanno carote con ferri inglobati, il fattore di correzione è considerato pari a 1.
6. Resistenza cubica convenzionale stimata: si ottiene dal prodotto della Resistenza cubica attuale stimata per un coefficiente moltiplicativo 1,3. L'incremento del 30% (coefficiente moltiplicativo 1,3), è dovuto al fatto che le condizioni di preparazione e stagionatura dei getti in cantiere sono peggiori di quelle per provini standard.

#### METODO RIPORTATO SULL'ARTICOLO DI CESTELLI GUIDI

Il metodo fornisce la Resistenza Cubica in Situ e la Resistenza Cubica Convenzionale del cls, attraverso l'elaborazione dei seguenti dati:

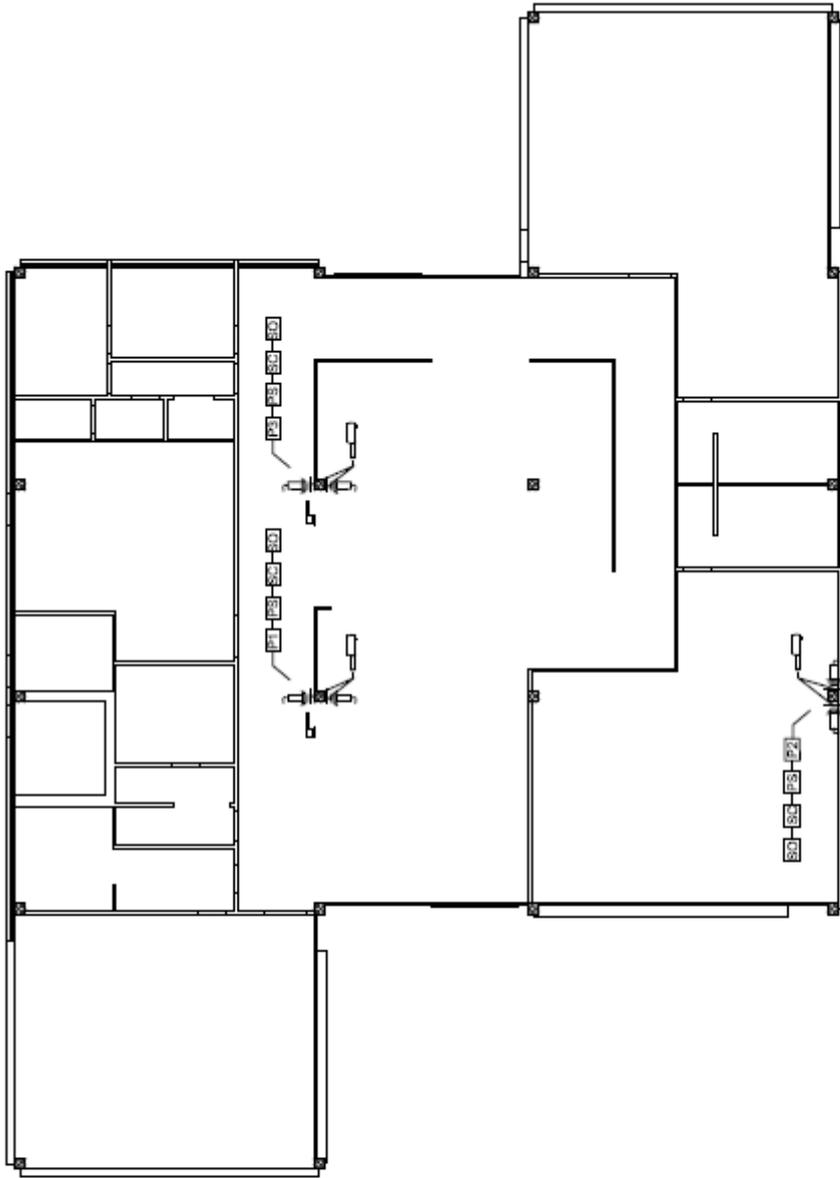
1.  $R_{car}$ : Resistenza misurata dalla rottura della carota; il valore viene assunto dal dato fornito dal laboratorio di prove;
2. Rapporto di snellezza della carota:  $(n = H/\phi)$ .
3. Resistenza cilindrica effettiva si ottiene tramite la seguente formula:  $[R_{cilindrica\ effettiva} = (2/(1,5 + 1/n)) * R_{carota}]$ . Dove il coefficiente 2 fornisce la resistenza cilindrica a partire da quella della carota.
4. Resistenza cubica effettiva: si passa dalla resistenza cilindrica effettiva a quella cubica applicando il coefficiente che tiene conto della diversa forma e che può variare da 1,10 a 1,25.  
 $[R_{cubica\ effettiva} = R_{cilindrica\ effettiva} * 1,20]$ . Dove il coefficiente 1,20 = (1/0,83) fornisce la resistenza cubica a partire da quella cilindrica. Il fattore 1/0,83 è riportato nella normativa (D.M. 1992).
5. Resistenza cubica convenzionale: si passa quindi dalla resistenza in situ a quella convenzionale:  $[R_{cubica\ convenzionale} = R_{cubica\ effettiva} * 1,5]$ .

Si è ritenuto preferibile considerare il valore ottenuto dalla Resistenza cubica in situ, che fornisce un dato più vicino alla reale condizione del calcestruzzo in opera.

Tali formulazioni possono fornire valori fra loro differenti, pertanto come consigliato in letteratura, è possibile utilizzare anche il valore medio ottenuto dalle tre formulazioni suddette. L'adozione del valore della resistenza stimata ottenuta dalla singola formulazione o anche come media, è considerata alla luce dello stato generale della struttura e dei dati rappresentativi della qualità del materiale.

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



- LEGENDA INDAGINI DIAGNOSTICHE E SAGGI A VISTA
- 150 N.ro Nucleo prova
  - 151 Scansione Armature
  - 152 Prova sclerometrica
  - 153 Prova ultra sonora
  - 154 Caricagelo
  - 155 Saggi a vista

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

SCHEDA PROVE CALCESTRUZZO

DATA E LUOGO DELLA PROVA: 10-08-2009; SCUOLA RONDINE OPERATORI: ING. P. CRISCI, G. DI LAURO, G. LAEZZA  
 CONDIZIONI DI PROVA: PRESENZA DI UMIDITÀ  SI -  NO

ELEMENTO STRUTTURALE

PIANO: T IDENTIFICATIVO ELEMENTO: P1 FOTO RIF.: RND\_1 A RND\_4

PILASTRO  DI BORDO -  INTERNO TRAVE  DI BORDO -  INTERNA

ARMATURE

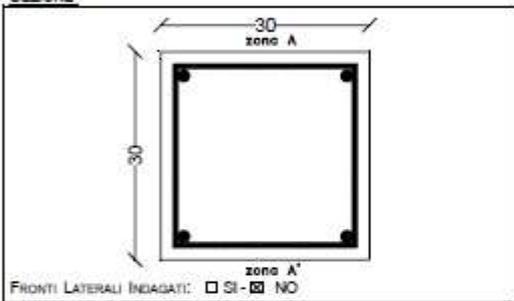
ZONA A	
N.	DIAMETRO
2	16

ZONA A'	
N.	DIAMETRO
2	16

QUOTA CM: 120  
 STAFFE φ: 6 - PASSO CM: 20  
 COPRIFERRO MM: 20  
 PASSO STAFFE NODO A: N.R.  
 PASSO STAFFE NODO B: 20

SEZIONE

Foto



POSIZIONE DELL'ELEMENTO E CONDIZIONI DELLO STRATO SUPERFICIALE DI C.L.S.	QUALITÀ (DA ESAME VISIVO) DEL C.L.S.	TIPOLOGIA DI INERTI
<input type="checkbox"/> ESTERNO CON INTONACO	<input type="checkbox"/> CLS FRIABILE ALLA MOLATURA	<input type="checkbox"/> AFFIORANTI
<input type="checkbox"/> ESTERNO SENZA INTONACO	<input checked="" type="checkbox"/> CLS RESISTENTE ALLA MOLATURA	<input checked="" type="checkbox"/> NON AFFIORANTI
<input type="checkbox"/> INTERNO CON INTONACO	<input type="checkbox"/> PRESENZA RILEVANTE DI ASPERITÀ	<input type="checkbox"/> CIOTTOLI DI FIUME
<input checked="" type="checkbox"/> INTERNO SENZA INTONACO	<input type="checkbox"/> PRESENZA MODESTA DI ASPERITÀ	<input type="checkbox"/> INERTE DI CAVA
SPESORE INTONACO RIMOSSO MM:	<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA ANOMALIA PRESENTE	<input type="checkbox"/> DIMENSIONE MAX INERTI CM: N.R.

DATI DI LETTURA METODO SONREB

VALORI INDICI DI RIMBALZO PROVA SOLEROMETRICA

ZONA DI INDAGINE A											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
46	44	42	42	45	47	40	43	45	47	44	43
Indici di rimbalzo scartati				Scarto quadratico medio				Indice di rimbalzo medio			
min		40		max		47		2,1		44,1	

ZONA DI INDAGINE B - LATO ELEMENTO STRUTTURALE 2											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	42	44	47	44	45	43	43	44	41	44	40
Indici di rimbalzo scartati				Scarto quadratico medio				Indice di rimbalzo medio			
min		40		max		47		1,9		43,2	

VALORI LETTURE PROVA ULTRASONICA

Tempo ultrasuoni [μsec]			Distanza tra le sonde [cm]	Velocità media [m/s]
1	2	3	30	3299,1
92,1	90,9	89,8		

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

**SCHEDA PROVE CALCESTRUZZO**

DATA E LUOGO DELLA PROVA: 10-08-2009; SCUOLA RONDINE OPERATORI: INGG. P.CRISCI, G. DI LAURO, G.LAEZZA  
 CONDIZIONI DI PROVA: PRESENZA DI UMIDITÀ  SI -  NO

**ELEMENTO STRUTTURALE**

PIANO: T IDENTIFICATIVO ELEMENTO: P2 FOTO RIF.: RND\_5 A RND\_8

PILASTRO  DI BORDO -  INTERNO TRAVE  DI BORDO -  INTERNA

**ARMATURE**

ZONA A	
N.	DIAMETRO
2	16

ZONA A'	
N.	DIAMETRO
2	16

QUOTA CM: 120  
 STAFFE  $\phi$ : 6 - PASSO CM: 17  
 COPRIFERRO MM: 23  
 PASSO STAFFE NODO A: N.R.  
 PASSO STAFFE NODO B: N.R.

**SEZIONE**

FRONTI LATERALI INDAGATI:  SI -  NO

**Foto**

POSIZIONE DELL'ELEMENTO E CONDIZIONI DELLO STRATO SUPERFICIALE DI C.L.S.	QUALITÀ (DA ESAME VISIVO) DEL C.L.S.	TIPOLOGIA DI INERTI
<input type="checkbox"/> ESTERNO CON INTONACO <input type="checkbox"/> ESTERNO SENZA INTONACO <input type="checkbox"/> INTERNO CON INTONACO <input checked="" type="checkbox"/> INTERNO SENZA INTONACO SPESSORE INTONACO RIMOSSO MM:	<input type="checkbox"/> CLS FRIABILE ALLA MOLATURA <input checked="" type="checkbox"/> CLS RESISTENTE ALLA MOLATURA <input type="checkbox"/> PRESENZA RILEVANTE DI ASPERITÀ <input type="checkbox"/> PRESENZA MODESTA DI ASPERITÀ <input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA ANOMALIA PRESENTE	<input type="checkbox"/> AFFIORANTI <input checked="" type="checkbox"/> NON AFFIORANTI <input type="checkbox"/> CIOTTOLI DI FIUME <input type="checkbox"/> INERTE DI CAVA <input type="checkbox"/> DIMENSIONE MAX INERTI CM: N.R.

**DATI DI LETTURA METODO SONREF**

VALORI INDICI DI RIMBALZO PROVA SCLEROMETRICA

ZONA DI INDAGINE A

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	40	38	42	40	40	40	38	42	44	48	46
Indici di rimbalzo scartati				Scarto quadratico medio				Indice di rimbalzo medio			
min		38	48	max		3,1		41,4			

ZONA DI INDAGINE B - LATO ELEMENTO STRUTTURALE 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	42	38	40	42	36	43	40	46	39	40	42
Indici di rimbalzo scartati				Scarto quadratico medio				Indice di rimbalzo medio			
min		36	46	max		2,6		40,8			

VALORI LETTURE PROVA ULTRASONICA

Tempo ultrasuoni [µsec]			Distanza tra le sonde [cm]	Velocità media [m/s]
1	2	3	30	3413
89,5	87,3	86,9		

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

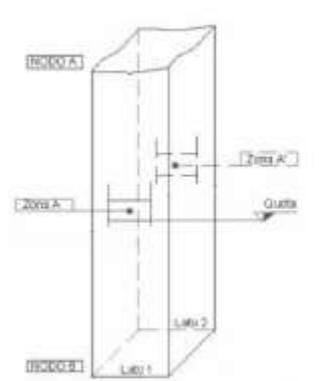
11/10/2022

**SCHEDA PROVE CALCESTRUZZO**

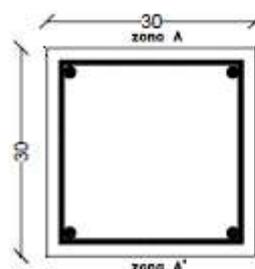
DATA E LUOGO DELLA PROVA: 10-08-2009; SCUOLA RONDINE		OPERATORI: INGG. P. CRISCI, G. DI LAURO, G. LAEZZA	
CONDIZIONI DI PROVA: PRESENZA DI UMIDITÀ <input type="checkbox"/> SI - <input checked="" type="checkbox"/> NO			

**ELEMENTO STRUTTURALE**

PIANO: T		IDENTIFICATIVO ELEMENTO: P3		FOTO RIF.: RND_7 A RND_9	
PILASTRO <input type="checkbox"/> DI BORDO - <input checked="" type="checkbox"/> INTERNO		TRAVE <input type="checkbox"/> DI BORDO - <input type="checkbox"/> INTERNA			
<b>ARMATURE</b>					
<b>ZONA A</b>					
N.		DIAMETRO			
2		18			
<b>ZONA A'</b>					
N.		DIAMETRO			
2		18			
QUOTA CM: 130					
STAFFE $\phi$ : 6 - PASSO CM: 17					
COPRIFERRO MM: 20					
PASSO STAFFE NODO A: N.R.					
PASSO STAFFE NODO B: N.R.					



**SEZIONE**



FRONTI LATERALI INDAGATI:  SI -  NO



**FOTO**

POSIZIONE DELL'ELEMENTO E CONDIZIONI DELLO STRATO SUPERFICIALE DI C.L.S.	QUALITÀ (DA ESAME VISIVO) DEL C.L.S.	TIPOLOGIA DI INERTI
<input type="checkbox"/> ESTERNO CON INTONACO <input type="checkbox"/> ESTERNO SENZA INTONACO <input type="checkbox"/> INTERNO CON INTONACO <input checked="" type="checkbox"/> INTERNO SENZA INTONACO SPESSORE INTONACO RIMOSSO MM:	<input type="checkbox"/> CLS FRIBILE ALLA MOLATURA <input checked="" type="checkbox"/> CLS RESISTENTE ALLA MOLATURA <input type="checkbox"/> PRESENZA RILEVANTE DI ASPERITÀ <input type="checkbox"/> PRESENZA MODESTA DI ASPERITÀ <input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA ANOMALIA PRESENTE	<input type="checkbox"/> AFFIORANTI <input checked="" type="checkbox"/> NON AFFIORANTI <input type="checkbox"/> CIOTTOLI DI FIUME <input type="checkbox"/> INERTE DI CAVA <input type="checkbox"/> DIMENSIONE MAX INERTI CM: N.R.

**DATI DI LETTURA METODO SONBER**

**VALORI INDICI DI RIMBALZO PROVA SCLEROMETRICA**

**ZONA DI INDAGINE A**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
42	44	48	45	40	47	43	41	44	45	46	48
Indici di rimbalzo scartati				Scarto quadratico medio				Indice di rimbalzo medio			
min		40	48	max		2,6		44,5			

**ZONA DI INDAGINE B - LATO ELEMENTO STRUTTURALE 2**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47	45	40	47	48	44	42	40	48	49	41	37
Indici di rimbalzo scartati				Scarto quadratico medio				Indice di rimbalzo medio			
min		37	49	max		3,9		44,2			

**VALORI LETTURE PROVA ULTRASONICA**

Tempo ultrasuoni [usec]			Distanza tra le sonde [cm]		Velocità media [m/s]	
1	2	3	30		3705,2	
80,9	82,6	79,4				

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Scuola Rondine		ELEMENTI STRUTTURALI INDAGATI						
PROVE NON DISTRUTTIVE - Metodo Combinato SONREB	Identificato Elemento	P1	P2	P3				
	Data effettuazione prove:		11/8/09	11/8/09	11/8/09			
	Sclerometro	Indice di rimbalzo medio A-A'	43,65	41,10	44,35			
		Resistenza Stimata del Cts (kg/cm <sup>2</sup> )	475,3	430,3	492,0			
	Ultrasuoni	Velocità media (m/s)	3298,1	3413,0	3795,2			
	Resistenza stimata del Cts (kg/cm <sup>2</sup> )	Formula A: Giocchetti-Laquariti (1980)	213,8	214,7	295,6			
		Formula B: Di Leo-Pascale (1994)	263,2	268,3	355,6			
		Formula C: Gaspari (1992)	287,8	284,1	363,7			
	Resistenza stimata media del Cts (kg/cm <sup>2</sup> )		<b>254,9</b>	<b>255,7</b>	<b>338,3</b>			
	Differenza percentuale A / Media		-16,11	-9,05	-12,61			
Differenza percentuale B / Media		3,27	4,94	5,10				
Differenza percentuale C / Media		12,85	11,12	7,50				

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
5	Calcestruzzo Classe C32/40 < MATERIALE NUOVO >	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>3</sup>		
	Resistenza Rc	40.0	49.6	3.364e+04	0.20	1.402e+04	2.50e-05	1.00e-05	
	Resistenza fctm		3.1						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
158	C25/30 ESISTENTE-Calcestruzzo Classe C25/30 < MATERIALE ESISTENTE >			3.145e+04	0.20	1.310e+04	2.50e-05	1.00e-05	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Fattore di confidenza FC a								1.20
	Resistenza Rc	20.4	30.0						
	Resistenza fctm		2.6						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

## 2.1. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Nel modello di calcolo sono state inserite sia le strutture esistenti che quelle di nuova costruzione. Queste ultime nello specifico costituiranno le strutture sismoresistenti. Si è quindi proceduto con la verifica sismica agli SLU e SLV (SLU con sisma) delle strutture nuove ed alla verifica sismica (SLV nelle sole combinazioni eccezionali dei carichi) delle strutture esistenti.

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Per la verifica ai carichi verticali delle strutture esistenti (principali e secondarie) si adotta quanto già determinato in fase di verifiche precedentemente eseguite e già citate di cui si riportano gli estratti nei paragrafi successivi.

**MODELLO NUMERICO**

<b>Tipo di analisi strutturale</b>	
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (prop. masse)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo)	NO
Sismica statica non lineare (triangolare)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO
Analisi lineare	SI

<b>Modellazione della geometria e proprietà meccaniche:</b>	
nodi	40
elementi D2 (per aste, travi, pilastri...)	64
elementi D3 (per pareti, platee, gusci...)	0
elementi solaio	3
elementi solidi	0
<b>Dimensione del modello strutturale [cm]:</b>	
X min =	-1980.00
Xmax =	1270.00
Ymin =	-1192.50
Ymax =	1192.50
Zmin =	0.00
Zmax =	370.00
<b>Strutture verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Pilastri	SI
Pareti	NO
Setti (a comportamento membranale)	NO
<b>Strutture non verticali:</b>	
Elementi di tipo asta	NO
Travi	SI
Gusci	NO
Membrane	NO

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

<b>Orizzontamenti:</b>	
Solai con la proprietà piano rigido	SI
Solai senza la proprietà piano rigido	NO
<b>Tipo di vincoli:</b>	
Nodi vincolati rigidamente	NO
Nodi vincolati elasticamente	NO
Nodi con isolatori sismici	NO
Fondazioni puntuali (plinti/plinti su palo)	SI
Fondazioni di tipo trave	NO
Fondazioni di tipo platea	NO
Fondazioni con elementi solidi	NO

<b>Combinazioni dei casi di carico</b>	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
Tensioni ammissibili	NO
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

**LEGENDA TABELLA DATI MATERIALI**

Il programma consente l'uso di materiali diversi. Sono previsti i seguenti tipi di materiale:

1	materiale tipo cemento armato
2	materiale tipo acciaio
3	materiale tipo muratura
4	materiale tipo legno
5	materiale tipo generico

I materiali utilizzati nella modellazione sono individuati da una sigla identificativa ed un codice numerico (gli elementi strutturali richiamano quest'ultimo nella propria descrizione). Per ogni materiale vengono riportati in tabella i seguenti dati:

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Young	modulo di elasticità normale E
Poisson	coefficiente di contrazione trasversale $\nu$
G	modulo di elasticità tangenziale
Gamma	peso specifico
Alfa	coefficiente di dilatazione termica
Fattore di confidenza FC m	Fattore di confidenza specifico per materiale; (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Fattore di confidenza FC a	Fattore di confidenza specifico per l'armatura (è riportato solo se diverso da quello globale della struttura)
Elasto-plastico	Materiale elastico perfettamente plastico per aste non lineari
Massima compressione	Massima tensione di compressione per aste non lineari
Massima trazione	Massima tensione di trazione per aste non lineari
Fattore attrito	Coefficiente di attrito per aste non lineari
Rapporto HRDb	Rapporto di hardening a flessione
Rapporto HRDv	Rapporto di hardening a taglio

I dati soprariportati vengono utilizzati per la modellazione dello schema statico e per la determinazione dei carichi inerziali e termici. In relazione al tipo di materiale vengono riportati inoltre:

1	c.a.	Resistenza Rc	resistenza a compressione cubica
		Resistenza fctm	resistenza media a trazione semplice
		Coefficiente ksb	Coefficiente di riduzione della resistenza a compressione da utilizzare nello stress block
2	acciaio	Tensione ft	Valore della tensione di rottura
		Tensione fy	Valore della tensione di snervamento
		Resistenza fd	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011
		Resistenza fd (>40)	Resistenza di calcolo per SL CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm
		Tensione ammissibile	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011
		Tensione ammissibile(>40)	Tensione ammissibile CNR-UNI 10011 per spessori > 40mm

Nel tabulato si riportano sia i valori caratteristici che medi utilizzando gli uni e/o gli altri in relazione alle richieste di normativa ed alla tipologia di verifica. (Cap.7 NTC18 per materiali nuovi, Cap.8 NTC18 e relativa circolare 21/01/2019 per materiali esistenti, Linee Guida Reluis per incamiciatura CAM, CNR-DT 200 per interventi con FRP)

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Vengono inoltre riportate le tabelle contenenti il riassunto delle informazioni assegnate nei criteri di progetto in uso.

Id	Tipo / Note	V. caratt.	V. medio	Young	Poisson	G	Gamma	Alfa	Altri
		N/mm2	N/mm2	N/mm2		N/mm2	N/mm3		
5	Calcestruzzo Classe C32/40 < MATERIALE NUOVO >			3.364e+04	0.20	1.402e+04	2.50e-05	1.00e-05	
	Resistenza Rc	40.0	49.6						
	Resistenza fctm		3.1						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05
158	C25/30 ESISTENTE-Calcestruzzo Classe C25/30 < MATERIALE ESISTENTE >			3.145e+04	0.20	1.310e+04	2.50e-05	1.00e-05	
	Fattore di confidenza FC m								1.20
	Fattore di confidenza FC a								1.20
	Resistenza Rc	20.4	30.0						
	Resistenza fctm		2.6						
	Rapporto Rfessurata (assiale)								1.00
	Rapporto Rfessurata (flessione)								1.00
	Rapporto Rfessurata (taglio)								1.00
	Coefficiente ksb								0.85
	Rapporto HRDb								1.00e-05
	Rapporto HRDv								1.00e-05

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetta a filo	SI	SI	NO	SI	NO	SI
	SI					
Af inf: da q*L*L /	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
<b>Armatura</b>						
Minima tesa	0.31	0.20	0.13	2.000e-02	0.31	0.31
	0.31					
Minima compressa	0.31	0.20	0.13	2.000e-02	0.31	0.31
	0.31					
Massima tesa	0.78	4.00	4.00	4.00	0.78	0.78
	0.78					
Da sezione	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	SI					
Usa armatura teorica	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	NO					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [ N/mm2 ]	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
	450.00					
Tensione fy staffe [ N/mm2 ]	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
	450.00					
Tipo acciaio	tipo C					
	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.50					
Verifiche con N costante	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	SI					
Fattore di redistribuzione	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander	Mander	Mander	Mander	Mander
	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03
	5.000e-03					
Fattore lambda	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Travi c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02
	4.000e-02					
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03
	4.500e-03					
epsilon c2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
epsilon cy	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [ N/mm2 ]	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
	9.75					
Tensione amm. acciaio [ N/mm2 ]	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00
	260.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	15.00					
Massimo rapporto area compressa/tesa	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	8.00	0.0	0.0	0.0	0.0	8.00
	10.00					
Passo minimo [ cm ]	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00
	5.00					
Passo massimo [ cm ]	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
	30.00					
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	15.00					
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
	50.00					
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	2.50					
Percentuale sagomati	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					
Adotta scorrimento medio	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	NO					
Torsione non essenziale inclusa	SI	NO	SI	NO	SI	SI
	SI					

Pilastr c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
<b>Generalità</b>						
Progetto armatura	Privilegia lati					
	Privilegia lati					
Progetta a filo	NO	NO	NO	SI	NO	NO
	NO					
Effetti del 2 ordine	SI	SI	SI	NO	SI	SI
	SI					
Beta per 2-2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					
Beta per 3-3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					
<b>Armatura</b>						
Massima tesa	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
	4.00					
Minima tesa	1.00	1.00	0.30	2.000e-02	1.00	1.00
	1.00					
<b>Stati limite ultimi</b>						
Tensione fy [ N/mm2 ]	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
	450.00					
Tensione fy staffe [ N/mm2 ]	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
	450.00					
Tipo acciaio	tipo C					
	tipo C					
Coefficiente gamma s	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
	1.15					
Coefficiente gamma c	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
	1.50					
Verifiche con N costante	SI	SI	SI	SI	SI	SI

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

Cc

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Pilastri c.a.	1/7/..	2/8/..	3/9/..	4/10/..	5/11/..	6/12/..
	SI					
<b>Modello per il confinamento</b>						
Relazione tensio-deformativa	Mander	Mander	Mander	Mander	Mander	Mander
	Mander					
Incrudimento acciaio	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03	5.000e-03
	5.000e-03					
Fattore lambda	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					
epsilon max,s	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02	4.000e-02
	4.000e-02					
epsilon cu2	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03	4.500e-03
	4.500e-03					
epsilon c2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
epsilon cy	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0					
<b>Tensioni ammissibili</b>						
Tensione amm. cls [ N/mm2 ]	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75	9.75
	9.75					
Tensione amm. acciaio [ N/mm2 ]	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00	260.00
	260.00					
Rapporto omogeneizzazione N	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	15.00					
<b>Staffe</b>						
Diametro staffe	10.00	0.0	0.0	0.0	0.0	10.00
	10.00					
Passo minimo [ cm ]	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
	5.00					
Passo massimo [ cm ]	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	25.00					
Passo raffittito [ cm ]	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	15.00					
Lunghezza zona raffittita [ cm ]	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00
	45.00					
Ctg(Teta) Max	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
	2.50					
Luce di taglio per GR [ cm ]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1.00					
Massimizza gerarchia	SI	SI	SI	SI	SI	SI
	SI					

**LEGENDA TABELLA DATI 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:

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

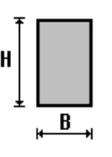
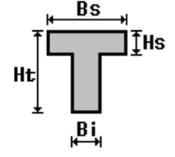
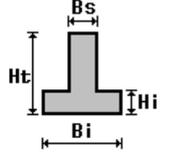
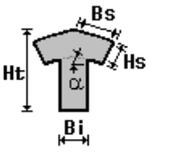
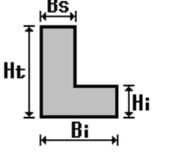
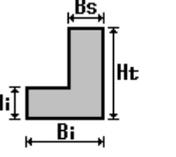
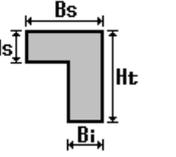
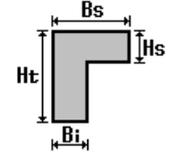
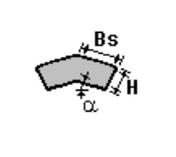
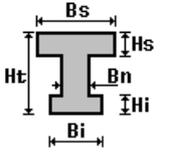
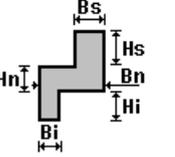
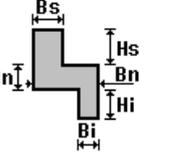
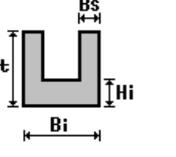
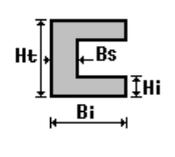
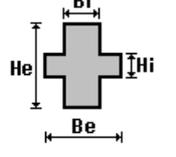
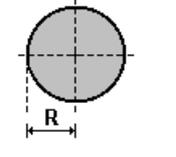
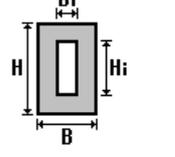
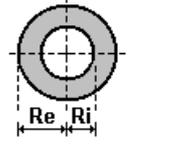
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

<b>W3-3</b>	modulo di resistenza della sezione riferito all'asse 3
<b>Wp2-2</b>	modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'asse 2
<b>Wp3-3</b>	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 rigidità 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 profilari.

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

**LEGENDA TABELLA DATI 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:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	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:

<b>Nodo</b>	numero del nodo.
<b>X</b>	valore della coordinata X
<b>Y</b>	valore della coordinata Y
<b>Z</b>	valore della coordinata Z
<b>Note</b>	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).
<b>Note</b>	(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
<b>Rig. TX</b>	valore della rigidezza dei vincoli elastici eventualmente applicati al nodo, nello specifico TX (idem per TY, TZ, RX, RY, RZ).

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=30 h=30	900.00	750.00	750.00	1.139e+05	6.750e+04	6.750e+04	4500.00	4500.00	6750.00	6750.00
2	Rettangolare cava: b=70 h=40 bi=46 hi=16	2064.00	0.0	0.0	7.360e+05	1.014e+06	3.576e+05	2.896e+04	1.788e+04	4.054e+04	2.506e+04
3	Rettangolare cava: b=70 h=40 bi=46 hi=16	2064.00	0.0	0.0	7.360e+05	1.014e+06	3.576e+05	2.896e+04	1.788e+04	4.054e+04	2.506e+04
6	Rettangolare: b=35 h=50	1750.00	1458.33	1458.33	4.059e+05	1.786e+05	3.646e+05	1.021e+04	1.458e+04	1.531e+04	2.188e+04
7	Rettangolare: b=50 h=35	1750.00	1458.33	1458.33	4.059e+05	3.646e+05	1.786e+05	1.458e+04	1.021e+04	2.188e+04	1.531e+04
12	Rettangolare: b=30 h=80	2400.00	2000.00	2000.00	5.499e+05	1.800e+05	1.280e+06	1.200e+04	3.200e+04	1.800e+04	4.800e+04
13	Rettangolare: b=80 h=30	2400.00	2000.00	2000.00	5.499e+05	1.280e+06	1.800e+05	3.200e+04	1.200e+04	4.800e+04	1.800e+04
16	Rettangolare: b=40 h=50	2000.00	1666.67	1666.67	5.498e+05	2.667e+05	4.167e+05	1.333e+04	1.667e+04	2.000e+04	2.500e+04
17	Rettangolare: b=30 h=50	1500.00	1250.00	1250.00	2.799e+05	1.125e+05	3.125e+05	7500.00	1.250e+04	1.125e+04	1.875e+04

**TABELLA DATI NODI**

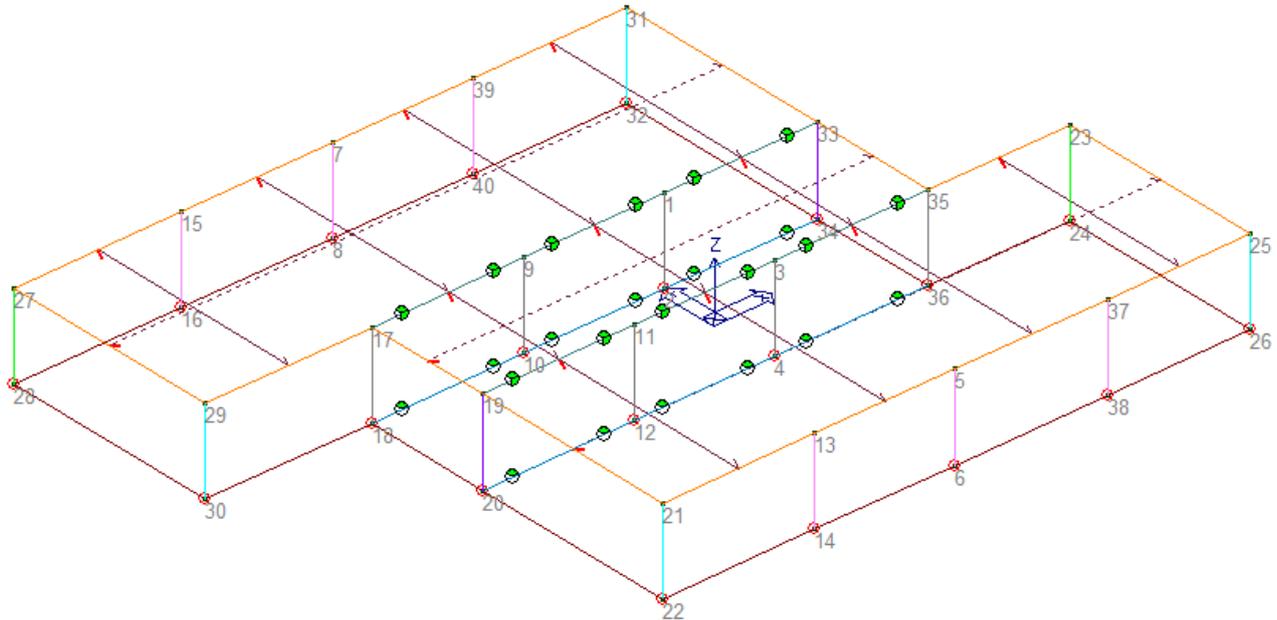
Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z	Nodo	X	Y	Z
	cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
1	0.0	247.5	370.0	3	0.0	-302.5	370.0	5	0.0	-1192.5	370.0
7	-605.0	1192.5	370.0	9	-605.0	247.5	370.0	11	-605.0	-302.5	370.0
13	-605.0	-1192.5	370.0	15	-1260.0	1192.5	370.0	17	-1260.0	247.5	370.0
19	-1260.0	-302.5	370.0	21	-1260.0	-1192.5	370.0	23	1270.0	-302.5	370.0
25	1270.0	-1192.5	370.0	27	-1980.0	1192.5	370.0	29	-1980.0	247.5	370.0
31	660.0	1192.5	370.0	33	660.0	247.5	370.0	35	660.0	-302.5	370.0
37	660.0	-1192.5	370.0	39	0.0	1192.5	370.0				

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
2	0.0	247.5	0.0	FS=1						
4	0.0	-302.5	0.0	FS=1						
6	0.0	-1192.5	0.0	FS=1						
8	-605.0	1192.5	0.0	FS=1						
10	-605.0	247.5	0.0	FS=1						
12	-605.0	-302.5	0.0	FS=1						
14	-605.0	-1192.5	0.0	FS=1						

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

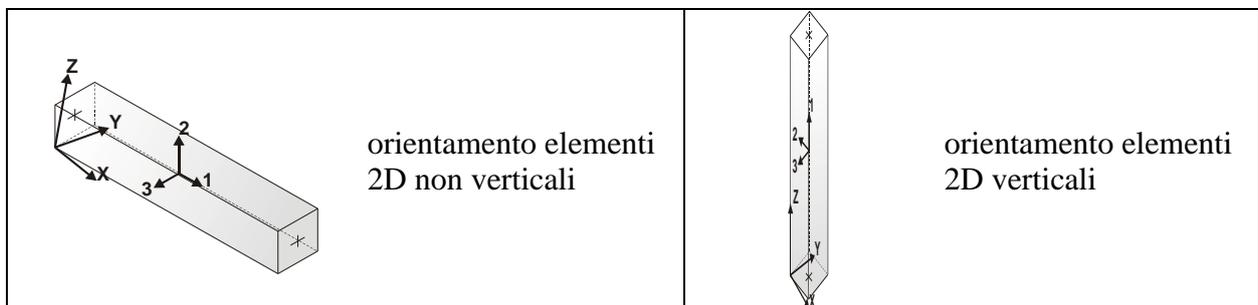
16	-1260.0	1192.5	0.0	FS=1
18	-1260.0	247.5	0.0	FS=1
20	-1260.0	-302.5	0.0	FS=1
22	-1260.0	-1192.5	0.0	FS=1
24	1270.0	-302.5	0.0	FS=1
26	1270.0	-1192.5	0.0	FS=1
28	-1980.0	1192.5	0.0	FS=1
30	-1980.0	247.5	0.0	FS=1
32	660.0	1192.5	0.0	FS=1
34	660.0	247.5	0.0	FS=1
36	660.0	-302.5	0.0	FS=1
38	660.0	-1192.5	0.0	FS=1
40	0.0	1192.5	0.0	FS=1



Numeraazione nodi

**TABELLA DATI TRAVI**

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:

<b>Elem.</b>	numero dell'elemento
<b>Note</b>	codice di comportamento: trave, trave di fondazione, pilastro, asta, asta

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

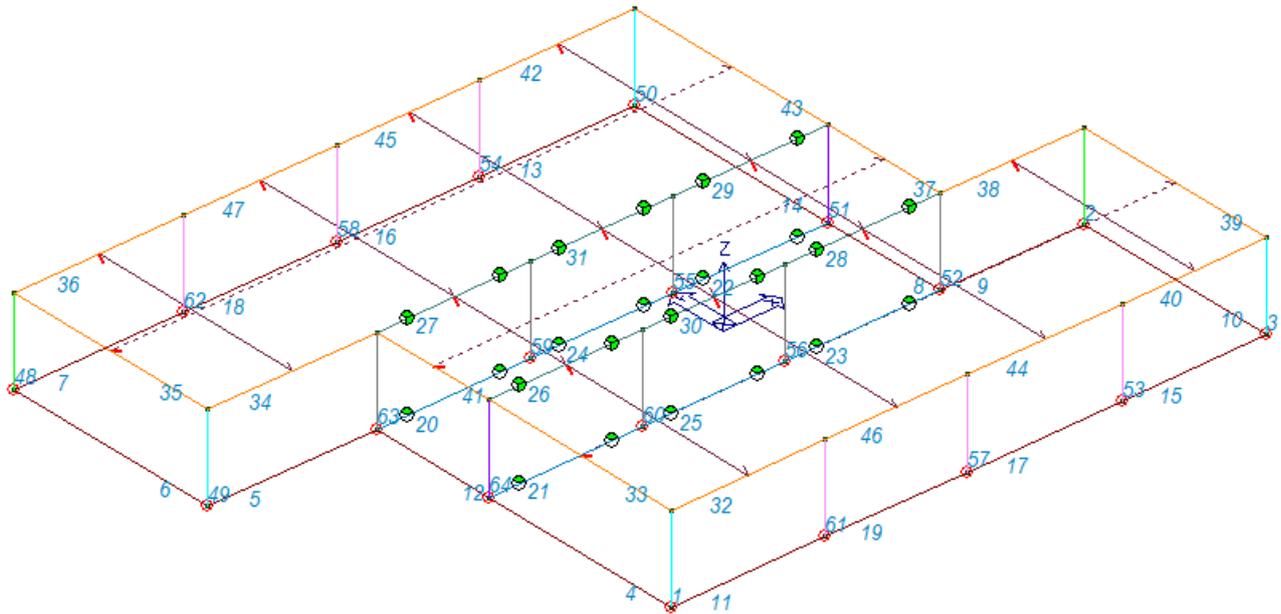
	tesa, asta compressa,
<b>Nodo I (J)</b>	numero del nodo iniziale (finale)
<b>Mat.</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Sez.</b>	codice della sezione assegnata all'elemento
<b>Rotaz.</b>	valore della rotazione dell'elemento, attorno al proprio asse, nel caso in cui l'orientamento di default 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
<b>Svincolo I (J)</b>	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)
<b>Wink V</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione della trave su suolo elastico
<b>Wink O</b>	costante di sottofondo (coefficiente di Winkler) per la modellazione del suolo elastico orizzontale

Elem.	Note	Nodo I	Nodo J	Mat.	Sez.	Crit.	Rotaz. gradi	Svincolo I	Svincolo J	Wink V daN/cm3	Wink O daN/cm3
1	Pilas.	22	21	5	13	6					
2	Pilas.	24	23	5	12	6					
3	Pilas.	26	25	5	13	6					
4	Trave	22	20	5	16	1					
5	Trave	30	18	5	16	1					
6	Trave	30	28	5	16	1					
7	Trave	28	16	5	16	1					
8	Trave	36	34	5	16	1					
9	Trave	36	24	5	16	1					
10	Trave	26	24	5	16	1					
11	Trave	22	14	5	16	1					
12	Trave	20	18	5	16	1					
13	Trave	40	32	5	16	1					
14	Trave	34	32	5	16	1					
15	Trave	38	26	5	16	1					
16	Trave	8	40	5	16	1					
17	Trave	6	38	5	16	1					
18	Trave	16	8	5	16	1					
19	Trave	14	6	5	16	1					
20	Trave	18	10	158	2	4		000001	000001		
21	Trave	20	12	158	2	4		000001	000001		
22	Trave	2	34	158	2	4		000001	000001		
23	Trave	4	36	158	2	4		000001	000001		
24	Trave	10	2	158	2	4		000001	000001		
25	Trave	12	4	158	2	4		000001	000001		
26	Trave	19	11	158	3	4		000011	000011		
27	Trave	17	9	158	3	4		000011	000011		
28	Trave	3	35	158	3	4		000011	000011		
29	Trave	1	33	158	3	4		000011	000011		
30	Trave	11	3	158	3	4		000011	000011		
31	Trave	9	1	158	3	4		000011	000011		
32	Trave	21	13	5	17	7					
33	Trave	21	19	5	17	1					
34	Trave	29	17	5	17	7					
35	Trave	29	27	5	17	1					
36	Trave	27	15	5	17	7					
37	Trave	35	33	5	17	1					
38	Trave	35	23	5	17	7					
39	Trave	25	23	5	17	1					
40	Trave	37	25	5	17	7					
41	Trave	19	17	5	17	1					
42	Trave	39	31	5	17	7					
43	Trave	33	31	5	17	1					

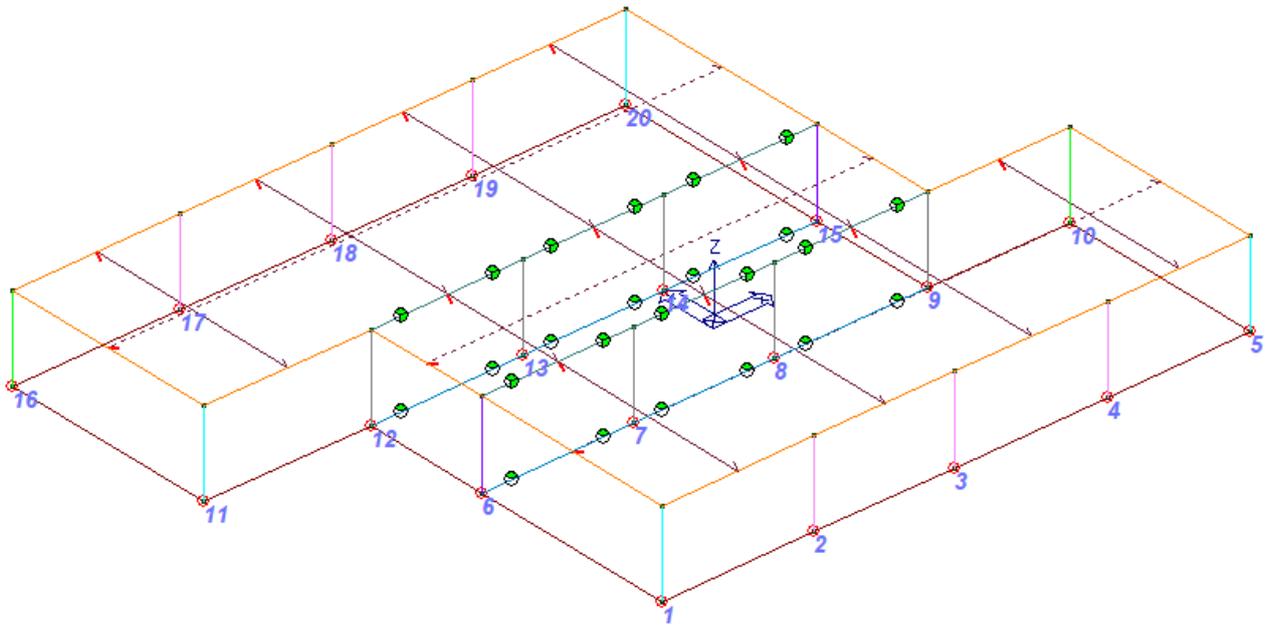
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

44	Trave	5	37	5	17	7
45	Trave	7	39	5	17	7
46	Trave	13	5	5	17	7
47	Trave	15	7	5	17	7
48	Pilas.	28	27	5	12	6
49	Pilas.	30	29	5	13	6
50	Pilas.	32	31	5	13	6
51	Pilas.	34	33	5	6	6
52	Pilas.	36	35	5	1	1
53	Pilas.	38	37	5	7	6
54	Pilas.	40	39	5	7	6
55	Pilas.	2	1	158	1	4
56	Pilas.	4	3	158	1	4
57	Pilas.	6	5	5	7	6
58	Pilas.	8	7	5	7	6
59	Pilas.	10	9	158	1	4
60	Pilas.	12	11	158	1	4
61	Pilas.	14	13	5	7	6
62	Pilas.	16	15	5	7	6
63	Pilas.	18	17	5	1	1
64	Pilas.	20	19	5	6	6



Numerazione D2



*Numerazione pilastrate*

## 2.1.G INDICAZIONE DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI DELLE AZIONI

### ANALISI DEI CARICHI

Le azioni sul fabbricato sono classificate secondo quanto riportato nel capitolo 2.5 del DM2018. In particolare sono stati considerati:

- Carichi permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale di progetto della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è molto lenta e di modesta entità:
  - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente;
  - forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo) (G1);
  - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (G2)
- Carichi variabili (Q): azioni che agiscono con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel corso della vita nominale della struttura:
  - sovraccarichi;
  - azioni della neve.
- Azioni sismiche (E): azioni derivanti da terremoti.

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

*Solaio impalcato 1° (daN/m<sup>2</sup>)*

Peso proprio strutturale	250,00
Peso Permanente	165,00
Totale carichi Fissi	<b>415,00</b>
Accidentale	300,00

*Solaio impalcato 2° (di copertura) (daN/m<sup>2</sup>)*

Peso proprio strutturale	250,00
Peso Permanente	100,00
Totale carichi Fissi	<b>350,00</b>
Accidentale	50,00
Neve	120,00

*Tamponatura sp. 22 cm*

Peso proprio a mc.	1250,00
Pannello Pieno (daN/m)	900,00
Pannello finestrato (daN/m)	250,00

**LEGENDA TABELLA DATI AZIONI**

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).

<b>Id.Arch.</b>	Identificativo dell' archivio
<b>Tipo</b>	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
<b>G1k</b>	carico permanente (comprensivo del peso proprio)
<b>G2k</b>	carico permanente non strutturale e non compiutamente definito
<b>Qk</b>	carico variabile
<b>Fatt. A</b>	fattore di riduzione del carico variabile (0.5 o 0.75) per tipo "Var.rid."
<b>S sis.</b>	fattore di riduzione del carico variabile per la definizione delle masse sismiche per D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento")
<b>Psi 0</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore raro</i>

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

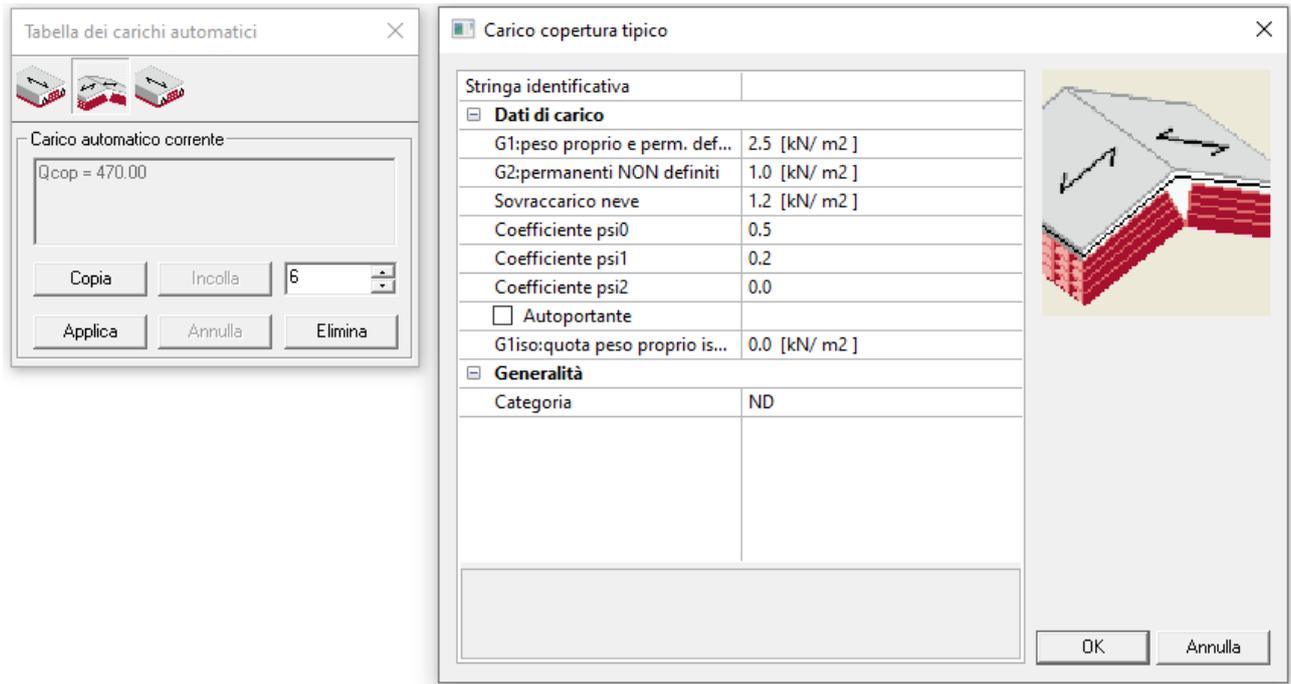
<b>Psi 1</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore frequente</i>
<b>Psi 2</b>	Coefficiente combinatorio dei valori caratteristici delle azioni variabili: <i>per valore quasi permanente</i>
<b>Psi S 2</b>	Coefficiente di combinazione che fornisce il valore quasi-permanente dell'azione variabile: <i>per la definizione delle masse sismiche</i>
<b>Fatt. Fi</b>	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:

<b>Elem</b>	numero dell'elemento
<b>Tipo</b>	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
<b>Id.Arch.</b>	Identificativo dell'archivio
<b>Mat</b>	codice del materiale assegnato all'elemento
<b>Spessore</b>	spessore dell'elemento (costante)
<b>Orditura</b>	angolo (rispetto all'asse X) della direzione dei travetti principali
<b>Gk</b>	carico permanente solaio (comprensivo del peso proprio)
<b>Qk</b>	carico variabile solaio
<b>Nodi</b>	numero dei nodi che definiscono l'elemento (5 per riga)

ID Arch.	Tipo	G1k kN/ m2	G2k kN/ m2	Qk kN/ m2	Fatt. A	s sis.	Psi 0	Psi 1	Psi 2	Psi S 2	Fatt. Fi
6	Neve	2.50	1.00	1.20		1.00	0.50	0.20	0.0	0.0	1.00

Elem.	Tipo	ID Arch.	Mat.	Spessore	Orditura	G1k kN/ m2	G2k kN/ m2	Qk kN/ m2	Nodo 1/6..	Nodo 2/7..	Nodo 3/8..	Nodo..	Nodo..
1	CB	6	m=5	1.0	90.0	2.50	1.00	1.20	17 39	9 7	1 15	33 27	31 29
2	CB	6	m=5	1.0	90.0	2.50	1.00	1.20	13 35	5 3	37 11	25 19	23 21
3	CB	6	m=5	1.0	90.0	2.50	1.00	1.20	11 9	3 17	35 19	33	1



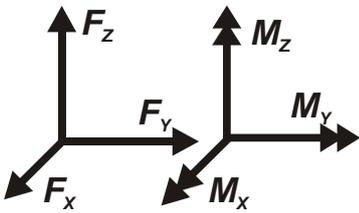
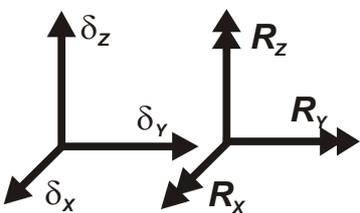
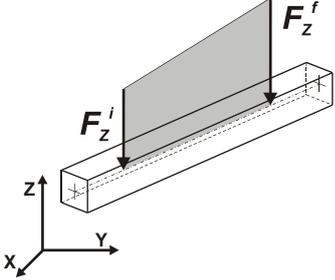
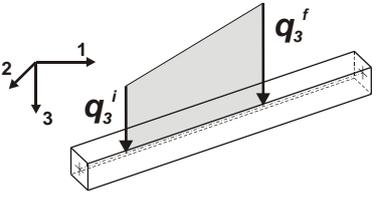
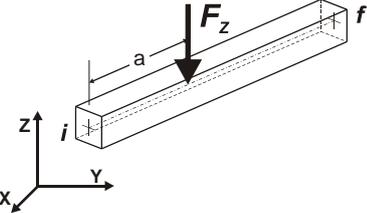
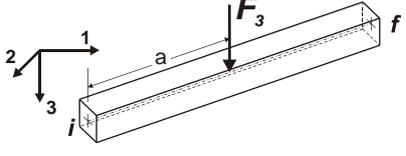
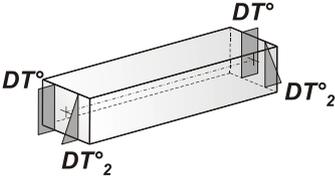
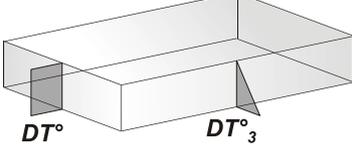
*Solaio di copertura*

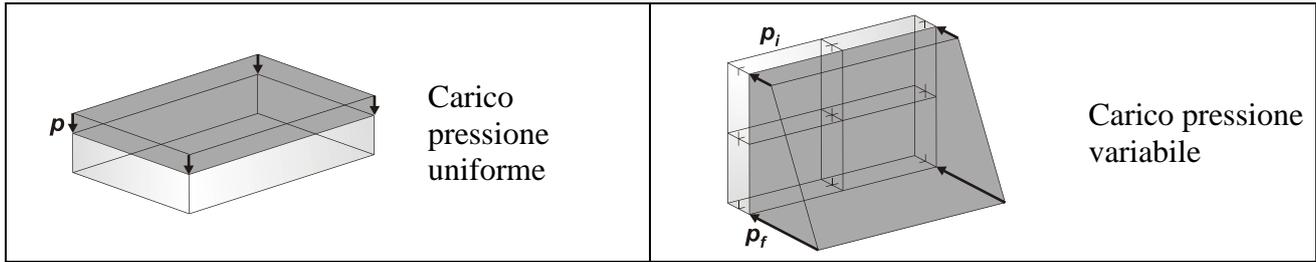
### LEGENDA TABELLA DATI AZIONI

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:

<b>1</b>	<b>carico concentrato nodale</b> 6 dati (forza $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , momento $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ )
<b>2</b>	<b>spostamento nodale impresso</b> 6 dati (spostamento $T_x$ , $T_y$ , $T_z$ , rotazione $R_x$ , $R_y$ , $R_z$ )
<b>3</b>	<b>carico distribuito globale su elemento tipo trave</b> 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)
<b>4</b>	<b>carico distribuito locale su elemento tipo trave</b> 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)
<b>5</b>	<b>carico concentrato globale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_x$ , $F_y$ , $F_z$ , $M_x$ , $M_y$ , $M_z$ , ascissa di carico)
<b>6</b>	<b>carico concentrato locale su elemento tipo trave</b> 7 dati ( $F_1$ , $F_2$ , $F_3$ , $M_1$ , $M_2$ , $M_3$ , ascissa di carico)
<b>7</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo trave</b> 7 dati (variazioni termiche: uniforme, media e differenza in altezza e larghezza)

	al nodo iniziale e finale)
<b>8</b>	<b>carico di pressione uniforme su elemento tipo piastra</b> 1 dato (pressione)
<b>9</b>	<b>carico di pressione variabile su elemento tipo piastra</b> 4 dati (pressione, quota, pressione, quota)
<b>10</b>	<b>variazione termica applicata ad elemento tipo piastra</b> 2 dati (variazioni termiche: media e differenza nello spessore)
<b>11</b>	<b>carico variabile generale su elementi tipo trave e piastra</b> 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
<b>12</b>	<b>gruppo di carichi con impronta su piastra</b> 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)

 <p>Carico concentrato nodale</p>	 <p>Spostamento impresso</p>
 <p>Carico distribuito globale</p>	 <p>Carico distribuito locale</p>
 <p>Carico concentrato globale</p>	 <p>Carico concentrato locale</p>
 <p>Carico termico 2D</p>	 <p>Carico termico 3D</p>



carico distribuito globale su trave									
Id	Tipo	Pos.	fx	fy	fz	mx	my	mz	
		m	kN/ m	kN/ m	kN/ m	kN	kN	kN	
1	MASSA SISMICA PANNELLO-DG:Fzi=-4.50 Fzf=-4.50	0.0	0.0	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	-4.50	0.0	0.0	0.0	
2	DG:Mxi=850.00 Mxf=850.00	0.0	0.0	0.0	0.0	8.50	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	8.50	0.0	0.0	
3	DG:Mxi=-850.00 Mxf=-850.00	0.0	0.0	0.0	0.0	-8.50	0.0	0.0	
		0.0	0.0	0.0	0.0	-8.50	0.0	0.0	

### LEGENDA TABELLA 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:

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

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

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

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	Qnk	CDC=Qnk (carico da neve)	
5	Gk	CDC=G1k (permanente generico) MOMENTO TORCENTE	Azioni applicate: D2 : 32 Azione : DG:Mxi=850.00 Mxf=850.00 D2 : 34 Azione : DG:Mxi=-850.00 Mxf=-850.00 D2 : 36 Azione : DG:Mxi=850.00 Mxf=850.00 D2 : 38 Azione : DG:Mxi=850.00 Mxf=850.00 D2 : 40 Azione : DG:Mxi=-850.00 Mxf=-850.00 D2 : 42 Azione : DG:Mxi=850.00 Mxf=850.00 D2 :da 44 a 47 Azione : DG:Mxi=850.00 Mxf=850.00
6	Gk	CDC=G1k (permanente generico) MASSE SISMICHE PANNELLI	Azioni applicate: D2 : 32 Azione : MASSA SISMICA PANNELLO-DG:Fzi=-4.50 Fzf=-4.50 D2 :da 35 a 36 Azione : MASSA SISMICA PANNELLO-DG:Fzi=-4.50 Fzf=-4.50 D2 :da 38 a 39 Azione : MASSA SISMICA PANNELLO-DG:Fzi=-4.50 Fzf=-4.50 D2 : 44 Azione : MASSA SISMICA PANNELLO-DG:Fzi=-4.50 Fzf=-4.50 D2 : 46 Azione : MASSA SISMICA PANNELLO-DG:Fzi=-4.50 Fzf=-4.50
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	partecipazione:1.00 per 1 CDC=Ggk (peso proprio della struttura) partecipazione:1.00 per 2 CDC=G1sk (permanente solai-coperture) partecipazione:1.00 per 3 CDC=G2sk (permanente solai-coperture n.c.d.) partecipazione:1.00 per 4 CDC=Qnk (carico da neve) partecipazione:1.00 per 5 CDC=G1k (permanente generico) MOMENTO TORCENTE partecipazione:1.00 per 6 CDC=G1k (permanente generico) MASSE SISMICHE PANNELLI
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	come precedente CDC sismico
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	come precedente CDC sismico
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	come precedente CDC sismico

**LEGENDA TABELLA COMBINAZIONI DI CARICO**

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 $\leq 30\text{kN}$ )	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$ )	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 $\leq 1000$ 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	EQU	A1	A2
$\gamma f$			

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Carichi permanenti	Favorevoli Sfavorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli Sfavorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8 1,5	0,8 1,5	0,8 1,3
Carichi variabili	Favorevoli Sfavorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

Cmb	Tipo	Sigla Id	effetto P-delta
1	SLU	Comb. SLU A1 1	
2	SLU	Comb. SLU A1 2	
3	SLU	Comb. SLU A1 3	
4	SLU	Comb. SLU A1 4	
5	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 5	
6	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 6	
7	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 7	
8	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 8	
9	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 9	
10	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 10	
11	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 11	
12	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 12	
13	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 13	
14	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 14	
15	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 15	
16	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 16	
17	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 17	
18	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 18	
19	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 19	
20	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 20	
21	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 21	
22	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 22	
23	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 23	
24	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 24	
25	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 25	
26	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 26	
27	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 27	
28	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 28	
29	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 29	
30	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 30	
31	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 31	
32	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 32	
33	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 33	
34	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 34	
35	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 35	
36	SLU	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 36	
37	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 37	
38	SLE(r)	Comb. SLE(rara) 38	
39	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 39	
40	SLE(f)	Comb. SLE(freq.) 40	
41	SLE(p)	Comb. SLE(perm.) 41	

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	1.30	1.30	1.50	0.0	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
2	1.30	1.30	1.50	1.50	1.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
3	1.00	1.00	0.80	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
4	1.00	1.00	0.80	1.50	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
5	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	-0.30	0.0				
6	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.30	0.0				
7	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0				
8	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0				
9	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	-0.30				
10	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-1.00	0.0	0.0	0.30				

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

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...
11	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30				
12	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30				
13	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	-0.30	0.0				
14	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.30	0.0				
15	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	1.00	-0.30	0.0				
16	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	1.00	0.30	0.0				
17	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	-0.30				
18	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-1.00	0.0	0.30				
19	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	-0.30				
20	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	1.00	0.0	0.30				
21	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	-1.00	0.0				
22	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	1.00	0.0				
23	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	-1.00	0.0				
24	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	1.00	0.0				
25	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	-1.00	0.0				
26	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	1.00	0.0				
27	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	-1.00	0.0				
28	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	1.00	0.0				
29	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	-1.00				
30	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	-0.30	0.0	0.0	1.00				
31	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	-1.00				
32	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.30	0.0	0.0	1.00				
33	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	-1.00				
34	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	-0.30	0.0	1.00				
35	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	-1.00				
36	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.30	0.0	1.00				
37	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
39	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
40	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				
41	1.00	1.00	1.00	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				

**VALUTAZIONE DELL' AZIONE SISMICA**

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Per punti non coincidenti con il reticolo di riferimento e periodi di ritorno non contemplati direttamente si opera come indicato nell' allegato alle NTC (rispettivamente media pesata e interpolazione).

L' azione sismica viene definita in relazione ad un periodo di riferimento  $V_r$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento  $V_r$  e la probabilità di superamento  $P_{ver}$  associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno  $T_r$  e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T\*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

<b>Parametri della struttura</b>					
Classe d'uso	Vita $V_n$ [anni]	Coeff. Uso	Periodo $V_r$ [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
III	50.0	1.5	75.0	C	T1

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali riportati in tabella:

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente  $S = S_s \cdot S_t$  (3.2.3)

F<sub>o</sub> è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale

F<sub>v</sub> è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima verticale, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno ag su sito di riferimento rigido orizzontale

T<sub>b</sub> è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.

T<sub>c</sub> è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.

T<sub>d</sub> è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, S<sub>e</sub>, è definito dalle seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\ T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \\ T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\ T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) \end{aligned}$$

Dove per sottosuolo di categoria A i coefficienti S<sub>s</sub> e C<sub>c</sub> valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo B, C, D, E i coefficienti S<sub>s</sub> e C<sub>c</sub> vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella

Categoria sottosuolo	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S<sub>T</sub> riportati nella seguente Tabella

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S<sub>ve</sub>, è definito dalle espressioni:

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

I valori di  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$ , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	$S_s$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza
			Km
Loc.	12.035	44.208	
18294	12.027	44.176	3.696
18295	12.096	44.177	5.927
18073	12.095	44.227	5.124
18072	12.025	44.226	2.138

SL	Pver	Tr	ag	Fo	T*c
		Anni	g		sec
SLO	91.8	30.0	0.066	2.399	0.260
SLD	91.8	30.0	0.066	2.399	0.260
SLV	41.7	138.8	0.131	2.422	0.282
SLC	30.6	205.7	0.152	2.417	0.290

SL	ag	S	Fo	Fv	Tb	Tc	Td
	g				sec	sec	sec
SLO	0.066	1.500	2.399	0.833	0.142	0.426	1.864
SLD	0.066	1.500	2.399	0.833	0.142	0.426	1.864
SLV	0.131	1.500	2.422	1.181	0.150	0.450	2.122
SLC	0.152	1.479	2.417	1.274	0.153	0.458	2.210

## 2.1.H INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI UTILIZZATO

Il programma consente l'analisi di diverse configurazioni sismiche.

Sono previsti, infatti, i seguenti casi di carico:

**9. Esk** caso di carico sismico con analisi statica equivalente

**10. Edk** caso di carico sismico con analisi dinamica

Ciascun caso di carico è caratterizzato da un angolo di ingresso e da una configurazione di masse determinante la forza sismica complessiva (si rimanda al capitolo relativo ai casi di carico per chiarimenti inerenti questo aspetto).

Nella colonna Note, in funzione della norma in uso sono riportati i parametri fondamentali che caratterizzano l'azione sismica: in particolare possono essere presenti i seguenti valori:

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Angolo di ingresso	Angolo di ingresso dell'azione sismica orizzontale
Fattore di importanza	Fattore di importanza dell'edificio, in base alla categoria di appartenenza
Zona sismica	Zona sismica
Accelerazione ag	Accelerazione orizzontale massima sul suolo
Categoria suolo	Categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione
Fattore q	Fattore di struttura/di comportamento. Dipendente dalla tipologia strutturale
Amplificazione ND	Coefficiente di amplificazione q/qND delle azioni sismiche (solo per elementi progettati in campo non dissipativo)
Fattore di sito S	Fattore dipendente dalla stratigrafia e dal profilo topografico
Classe di duttilità CD	Classe di duttilità della struttura – "A" duttilità alta, "B" duttilità bassa
Fattore riduz. SLD	Fattore di riduzione dello spettro elastico per lo stato limite di danno
Periodo proprio T1	Periodo proprio di vibrazione della struttura
Coefficiente Lambda	Coefficiente dipendente dal periodo proprio T1 e dal numero di piani della struttura
Ordinata spettro Sd(T1)	Valore delle ordinate dello spettro di progetto per lo stato limite ultimo, componente orizzontale (verticale Svd)
Ordinata spettro Se(T1)	Valore delle ordinate dello spettro elastico ridotta del fattore SLD per lo stato limite di danno, componente orizzontale (verticale Sve)
Ordinata spettro S (Tb-Tc)	Valore dell'ordinata dello spettro in uso nel tratto costante
numero di modi considerati	Numero di modi di vibrare della struttura considerati nell'analisi dinamica

Nel caso di elementi progettati in campo non dissipativo vengono adottate le sollecitazioni calcolate con un fattore qND ricavato come da 7.3.2 in funzione del fattore di comportamento q utilizzato per la struttura:  $1 < qND = 2/3 * q < 1.5$

Il coefficiente di amplificazione delle azioni sismiche rispetto alle azioni calcolate con il fattore di comportamento globale viene indicato nelle relative tabelle.

Per ciascun caso di carico sismico viene riportato l'insieme di dati sotto riportati (le masse sono espresse in unità di forza):

- a) analisi sismica statica equivalente:
  - quota, posizione del centro di applicazione e azione orizzontale risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2
  - azione sismica complessiva
- b) analisi sismica dinamica con spettro di risposta:
  - quota, posizione del centro di massa e massa risultante, posizione del baricentro delle rigidezze, rapporto r/Ls (per strutture a nucleo), indici di regolarità e/r secondo EC8 4.2.3.2

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

- frequenza, periodo, accelerazione spettrale, massa eccitata nelle tre direzioni globali per tutti i modi
- massa complessiva ed aliquota di massa complessiva eccitata.

Per ciascuna combinazione sismica definita SLD o SLO viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_T$  (dr) degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso anche in unità  $1000 \cdot \epsilon_T/h$  da confrontare direttamente con i valori forniti nella norma (es. 5 per edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura, 10.0 per edifici con tamponamenti collegati elasticamente, 3 per edifici in muratura ordinaria, 4 per edifici in muratura armata).

Qualora si applichi il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") l'analisi sismica dinamica può essere comprensiva di sollecitazione verticale contemporanea a quella orizzontale, nel qual caso è effettuata una sovrapposizione degli effetti in ragione della radice dei quadrati degli effetti stessi. Per ciascuna combinazione sismica - analisi effettuate con il D.M. 96 (vedi NOTA sul capitolo "normativa di riferimento") - viene riportato il livello di deformazione  $\epsilon_T$ ,  $\epsilon_P$  e  $\epsilon_D$  degli elementi strutturali verticali. Per semplicità di consultazione il livello è espresso in unità  $1000 \cdot \epsilon_T/h$  da confrontare direttamente con il valore 2 o 4 per la verifica.

Per gli edifici sismicamente isolati si riportano di seguito le verifiche condotte sui dispositivi di isolamento. Le verifiche sono effettuate secondo la circolare n.7/2019 del C.S.LL.PP nelle combinazioni in SLC come previsto dal DM 17-01-2018. Per ogni combinazione è riportato il codice di verifica ed i valori utilizzati per la verifica: spostamento  $d_E$ , area ridotta e dimensione  $A_2$ , azione verticale, deformazioni di taglio dell'elastomero e tensioni nell'acciaio.

Qualora si applichi l'Ordinanza 3274 e s.m.i. le verifiche sono eseguite in accordo con l'allegato 10.A.

In particolare la tabella, per ogni combinazione di calcolo, riporta:

Nodo	Nodo di appoggio dell' isolatore
Cmb	Combinazione oggetto della verifica
Verif.	Codice di verifica ok – verifica positiva , NV – verifica negativa, ND – verifica non completata
$d_E$	Spostamento relativo tra le due facce (amplificato del 20% per Ordinanza 3274 e smi) combinato con la regola del 30%
Ang fi	Angolo utilizzato per il calcolo dell' area ridotta $A_r$ (per dispositivi circolari)
V	Azione verticale agente
$A_r$	Area ridotta efficace
Dim $A_2$	Dimensione utile per il calcolo della deformazione per rotazione
Sig s	Tensione nell' inserto in acciaio
$\Gamma_{m,c(a,s,t)}$	Deformazioni di taglio dell' elastomero
$V_{cr}$	Carico critico per instabilità

Affinché la verifica sia positiva deve essere:

- 1)  $V > 0$
- 2)  $\text{Sig } s < f_{yk}$
- 3)  $\Gamma_{m,t} < 5$
- 4)  $\Gamma_{m,s} < \Gamma_{m,*}$  (caratteristica dell' elastomero)

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

- 5)  $G_{am} < 2$   
6)  $V < 0.5 V_{cr}$

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.200
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.316 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.362 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.000
			fattore per spost. $\mu$ d: 1.621
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	kN	m	m	m	m	m	m			
3.70	3036.79	-3.37	-0.15	0.0	-1.19	-3.20	1.72	1.363	0.013	0.111
Risulta	3036.79									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	kN		kN		kN			
1	2.407	0.415	0.316	12.93	0.4	3018.53	99.4	6.72e-04	2.21e-05	0.0	0.0
2	2.760	0.362	0.316	2806.15	92.4	11.84	0.4	7.13e-03	2.35e-04	0.0	0.0
3	3.354	0.298	0.316	209.19	6.9	1.71	5.63e-02	1.26e-03	4.14e-05	0.0	0.0
4	8.885	0.113	0.286	2.97	9.77e-02	1.24	4.10e-02	3.72e-03	1.23e-04	0.0	0.0
5	11.528	0.087	0.265	1.30e-06	0.0	0.0	0.0	168.86	5.6	0.0	0.0
6	11.548	0.087	0.265	1.16e-06	0.0	0.0	0.0	189.89	6.3	0.0	0.0
7	11.633	0.086	0.265	0.21	6.85e-03	0.07	2.27e-03	88.13	2.9	0.0	0.0
8	11.698	0.085	0.264	4.40e-06	0.0	1.43e-06	0.0	168.66	5.6	0.0	0.0
9	11.721	0.085	0.264	1.22e-04	4.03e-06	3.13e-05	1.03e-06	183.22	6.0	0.0	0.0
Risulta				3031.44		3033.40		798.78			
In percentuale				99.82		99.89		26.30			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.200
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.316 g
			angolo di ingresso:0.0
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.358 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.000
			fattore per spost. $\mu$ d: 1.628
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	kN	m	m	m	m	m	m			
3.70	3036.79	-3.37	-0.15	0.0	1.19	-3.20	1.72	1.363	0.013	0.111
Risulta	3036.79									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	kN		kN		kN			
1	2.407	0.415	0.316	15.82	0.5	3014.82	99.3	6.94e-04	2.28e-05	0.0	0.0
2	2.792	0.358	0.316	2936.63	96.7	17.18	0.6	3.77e-03	1.24e-04	0.0	0.0

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
3	3.307	0.302	0.316	75.59	2.5	0.08	2.67e-03	6.70e-03	2.21e-04	0.0	0.0
4	8.962	0.112	0.285	3.32	0.1	1.29	4.26e-02	1.92e-04	6.32e-06	0.0	0.0
5	11.523	0.087	0.265	9.81e-03	3.23e-04	0.02	7.60e-04	71.09	2.3	0.0	0.0
6	11.531	0.087	0.265	3.33e-04	1.10e-05	2.30e-04	7.57e-06	132.56	4.4	0.0	0.0
7	11.548	0.087	0.265	3.59e-06	0.0	0.0	0.0	184.62	6.1	0.0	0.0
8	11.698	0.085	0.264	7.74e-06	0.0	1.45e-05	0.0	161.28	5.3	0.0	0.0
9	11.722	0.085	0.264	3.78e-06	0.0	1.39e-05	0.0	200.60	6.6	0.0	0.0
Risulta				3031.37		3033.40		750.17			
In percentuale				99.82		99.89		24.70			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.200
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.316 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: positiva
			periodo proprio T1: 0.419 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.537
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	kN	m	m	m	m	m	m			
3.70	3036.79	-3.37	-0.15	1.62	0.0	-3.20	1.72	1.363	0.013	0.111
Risulta	3036.79									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	kN		kN		kN			
1	2.389	0.419	0.316	17.06	0.6	2968.73	97.8	2.74e-04	9.03e-06	0.0	0.0
2	2.807	0.356	0.316	3005.20	99.0	19.97	0.7	5.74e-03	1.89e-04	0.0	0.0
3	3.340	0.299	0.316	6.03	0.2	43.25	1.4	4.71e-03	1.55e-04	0.0	0.0
4	8.997	0.111	0.285	3.05	0.1	1.36	4.47e-02	0.03	9.57e-04	0.0	0.0
5	11.529	0.087	0.265	8.92e-05	2.94e-06	6.80e-05	2.24e-06	172.42	5.7	0.0	0.0
6	11.548	0.087	0.265	0.0	0.0	1.81e-06	0.0	181.61	6.0	0.0	0.0
7	11.662	0.086	0.265	0.12	4.10e-03	0.08	2.77e-03	108.18	3.6	0.0	0.0
8	11.698	0.085	0.264	2.50e-05	0.0	7.76e-05	2.55e-06	161.79	5.3	0.0	0.0
9	11.721	0.085	0.264	1.04e-06	0.0	1.06e-04	3.48e-06	186.80	6.2	0.0	0.0
Risulta				3031.46		3033.39		810.85			
In percentuale				99.82		99.89		26.70			

CDC	Tipo	Sigla Id	Note
10	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
			verifica esistenti: fattore FC 1.200
			categoria suolo: C
			fattore di sito S = 1.500
			ordinata spettro (tratto Tb-Tc) = 0.316 g
			angolo di ingresso:90.00
			eccentricità aggiuntiva: negativa
			periodo proprio T1: 0.420 sec.
			fattore q: 1.500
			fattore q (fragili): 1.000
			fattore per spost. mu d: 1.536
			classe di duttilità CD: B
			numero di modi considerati: 9
			combinaz. modale: CQC

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Quota	M Sismica x g	Pos. GX	Pos. GY	E agg. X-X	E agg. Y-Y	Pos. KX	Pos. KY	(r/Ls)^2	rapp. ex/rx	rapp. ey/ry
m	kN	m	m	m	m	m	m			
3.70	3036.79	-3.37	-0.15	-1.62	0.0	-3.20	1.72	1.363	0.013	0.111
Risulta	3036.79									

Modo	Frequenza	Periodo	Acc. Spettrale	M efficace X x g	%	M efficace Y x g	%	M efficace Z x g	%	Energia	Energia x v
	Hz	sec	g	kN		kN		kN			
1	2.382	0.420	0.316	6.57	0.2	2961.04	97.5	1.22e-03	4.03e-05	0.0	0.0
2	2.803	0.357	0.316	2999.80	98.8	3.66	0.1	5.90e-03	1.94e-04	0.0	0.0
3	3.337	0.300	0.316	21.91	0.7	67.30	2.2	2.37e-03	7.79e-05	0.0	0.0
4	8.676	0.115	0.288	2.94	9.70e-02	1.10	3.61e-02	3.37e-03	1.11e-04	0.0	0.0
5	11.529	0.087	0.265	1.46e-04	4.80e-06	5.96e-05	1.96e-06	158.15	5.2	0.0	0.0
6	11.549	0.087	0.265	5.67e-06	0.0	6.49e-06	0.0	207.68	6.8	0.0	0.0
7	11.698	0.085	0.264	2.16e-05	0.0	7.87e-06	0.0	172.16	5.7	0.0	0.0
8	11.721	0.085	0.264	1.06e-04	3.48e-06	3.35e-05	1.10e-06	188.74	6.2	0.0	0.0
9	11.819	0.085	0.264	0.19	6.26e-03	0.04	1.32e-03	546.27	18.0	0.0	0.0
Risulta				3031.42		3033.14		1273.01			
In percentuale				99.82		99.88		41.92			

## 2.1.1 CRITERI DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE INDAGATI IN PRESENZA DI AZIONE SISMICA

### PARAMETRI DI CALCOLO

Le norme precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali. Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto al Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018 e s.m. ed i.

In particolare si è verificata :

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (**SLU**) che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera. Per le verifiche sono stati utilizzati i coefficienti parziali relativi alle azioni ed alle resistenze dei materiali in accordo a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 per i vari tipi di materiale. I valori utilizzati sono riportati nel fascicolo delle elaborazioni numeriche allegate.

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI**

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

- la sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio (SLE) che possono limitare nell'uso e nella durata l'utilizzo della struttura per le azioni di esercizio. In particolare di concerto con il committente e coerentemente alle norme tecniche si sono definiti i limiti riportati nell'allegato fascicolo delle calcolazioni.
- Per quando riguarda le fasi costruttive intermedie la struttura non risulta cimentata in maniera più gravosa della fase finale.

Si è concordato con il committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione includendo gli elementi strutturali.

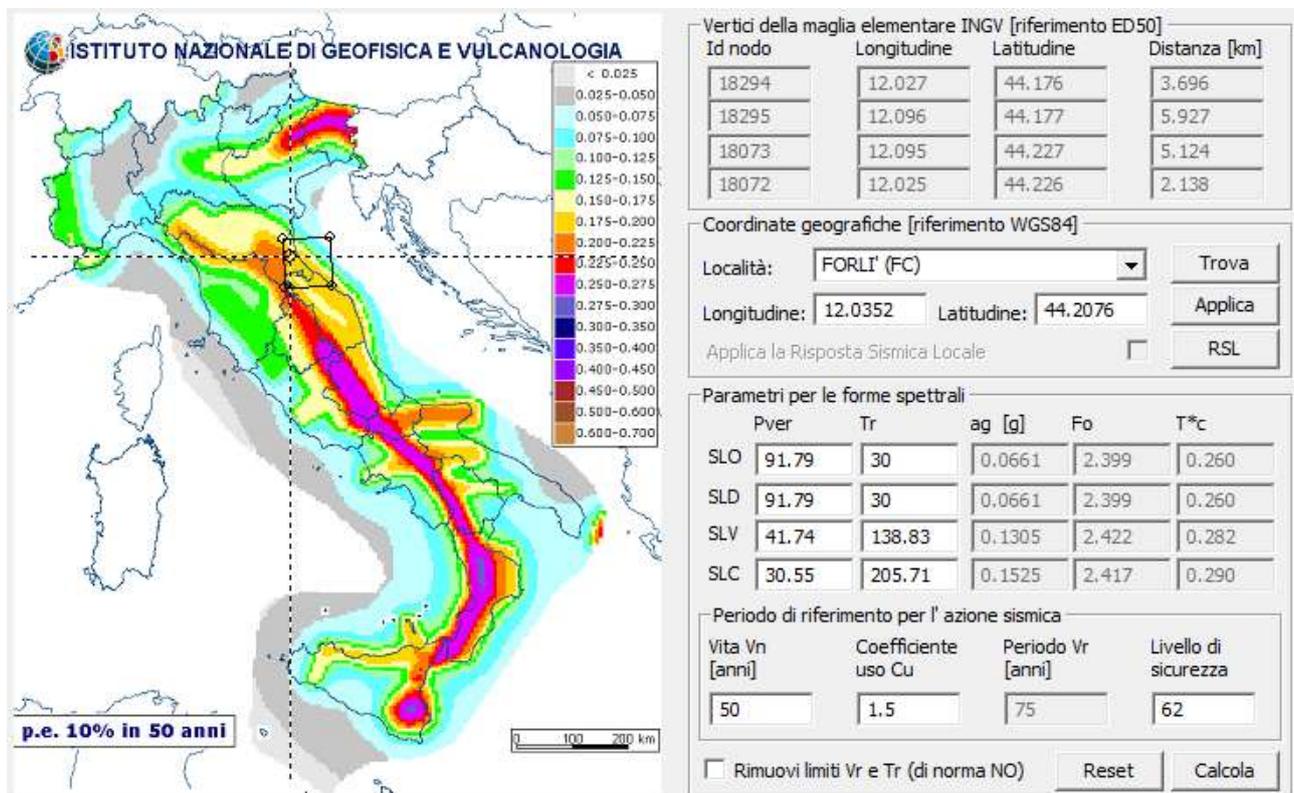
Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Danno** (SLE per nuovi elementi)

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV) (unico considerato per elementi nuovi e vecchi)

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

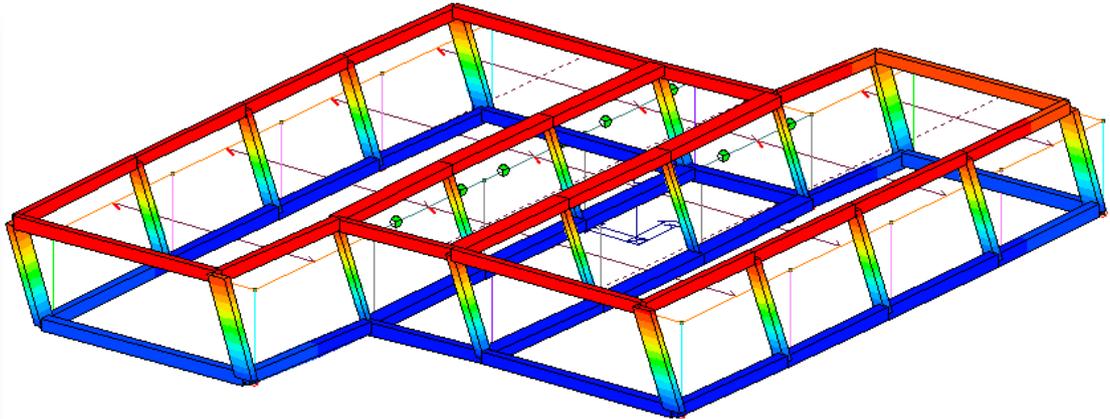
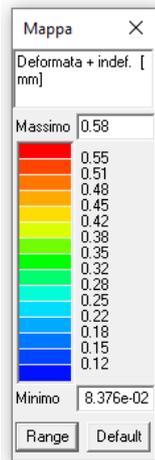


*Percentuale di sisma applicato al modello = 62%*

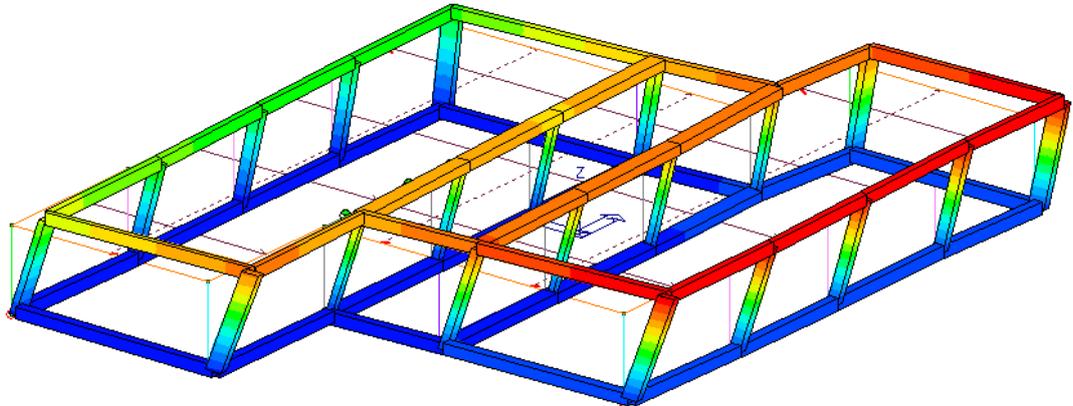
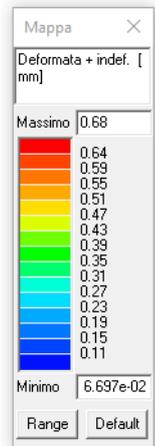
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI**

## 2.1.J RAPPRESENTAZIONE DELLE CONFIGURAZIONI DEFORMATE E DELLE SOLLECITAZIONI

### CONFIGURAZIONE DEFORMATE E SOLLECITAZIONI



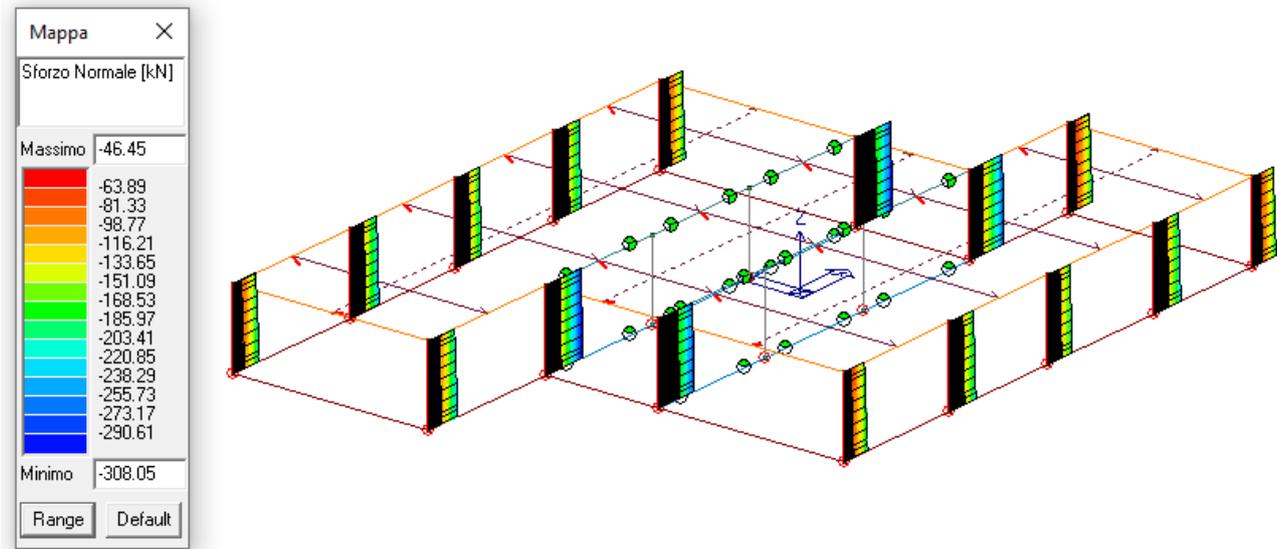
*Deformata modale – Modo n.1*



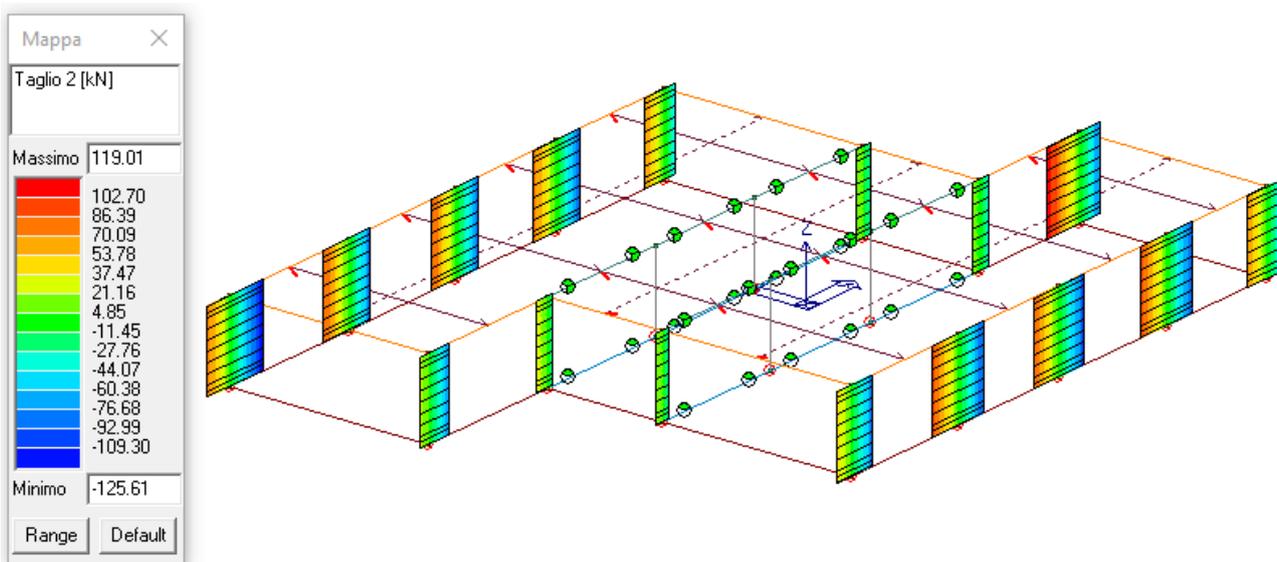
*Deformata modale – Modo n.2*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



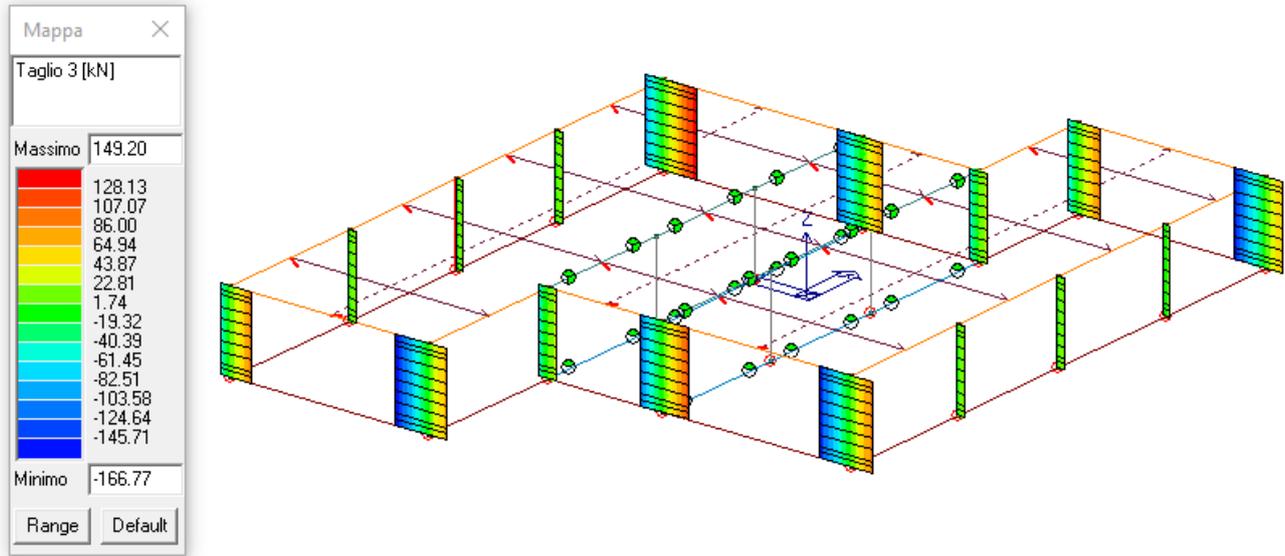
*Inviluppo sollecitazioni pilastri: N*



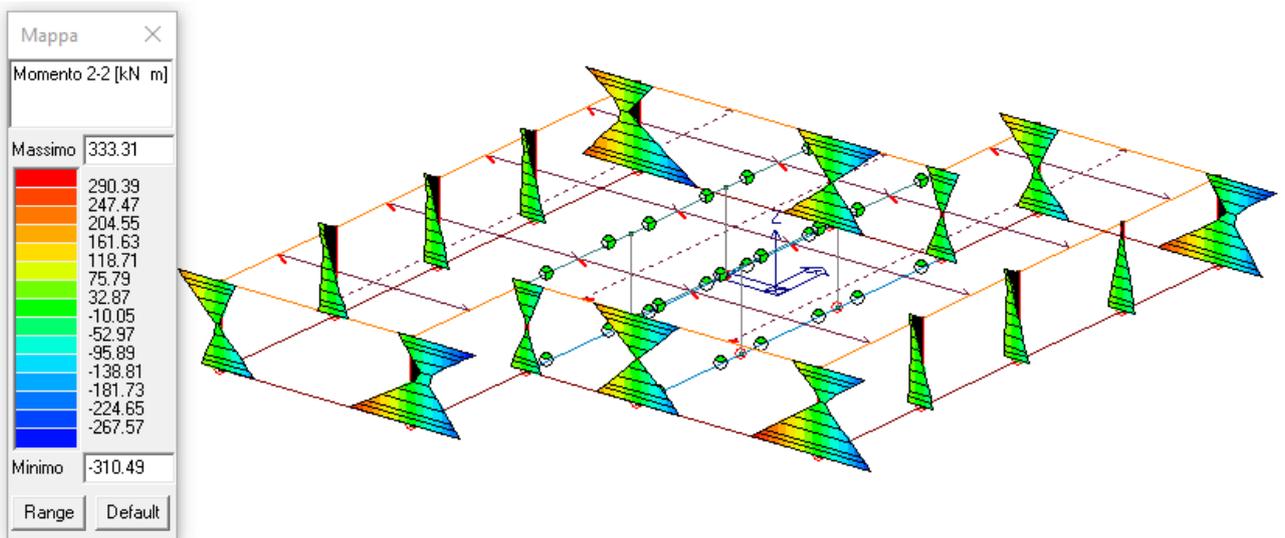
*Inviluppo sollecitazioni pilastri: V2*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



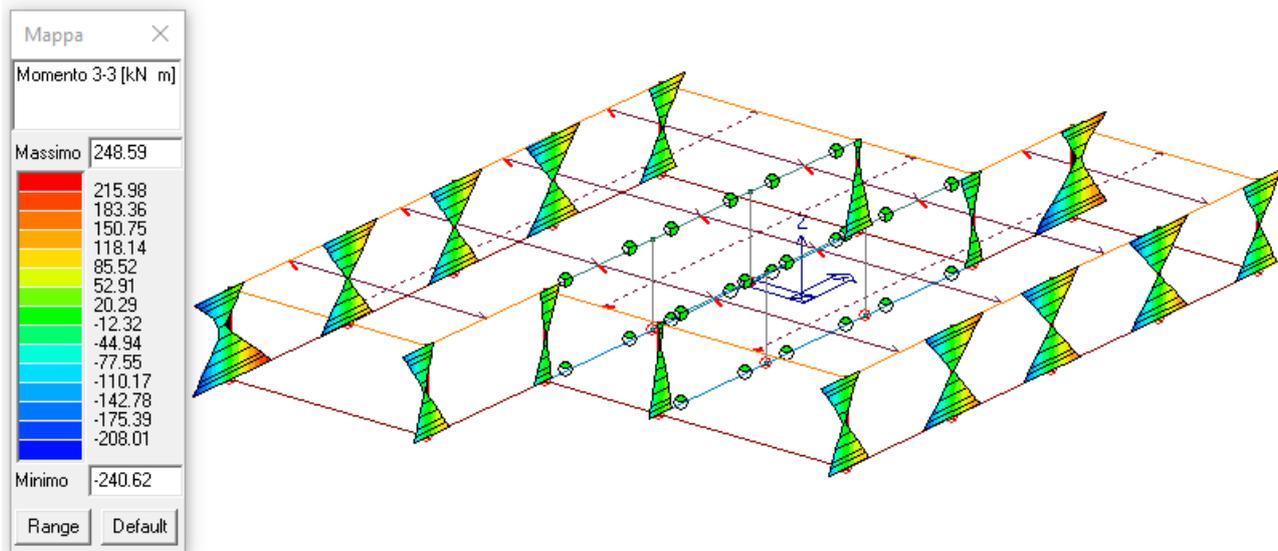
*Inviluppo sollecitazioni pilastri: V3*



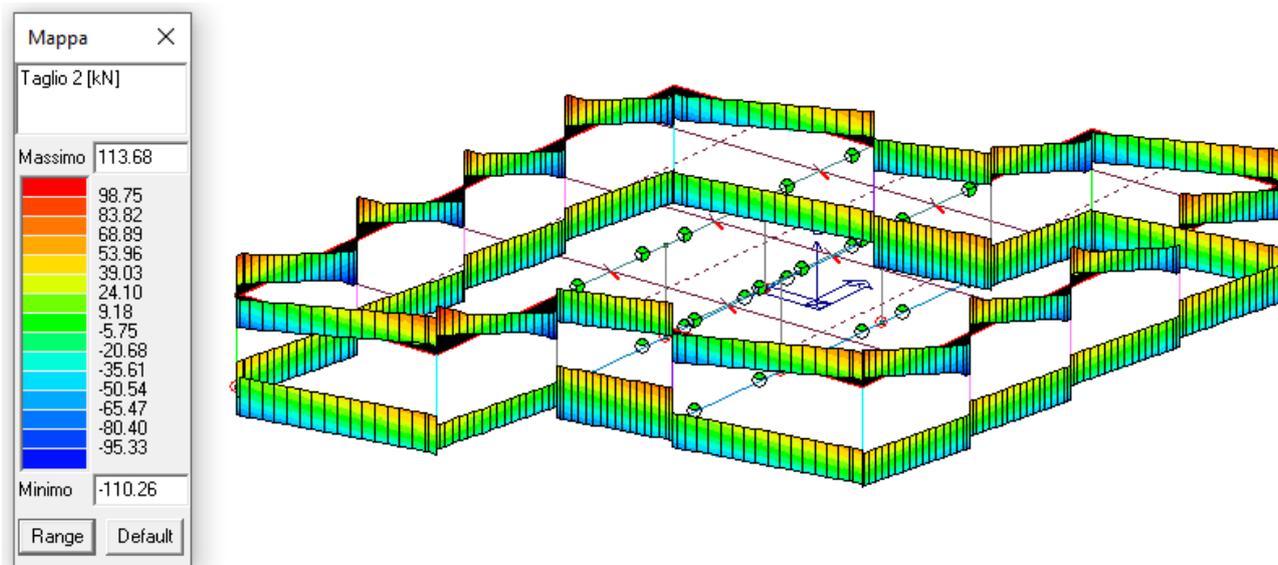
*Inviluppo sollecitazioni pilastri: M2*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



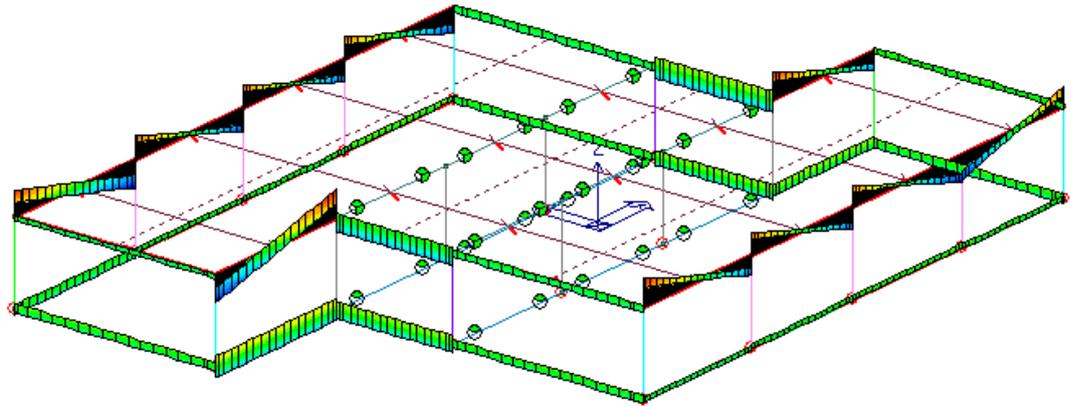
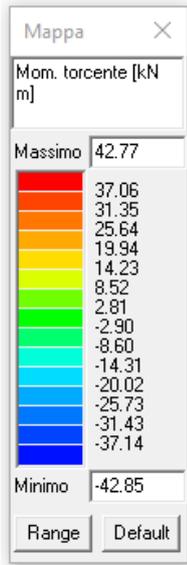
*Inviluppo sollecitazioni pilastri: M3*



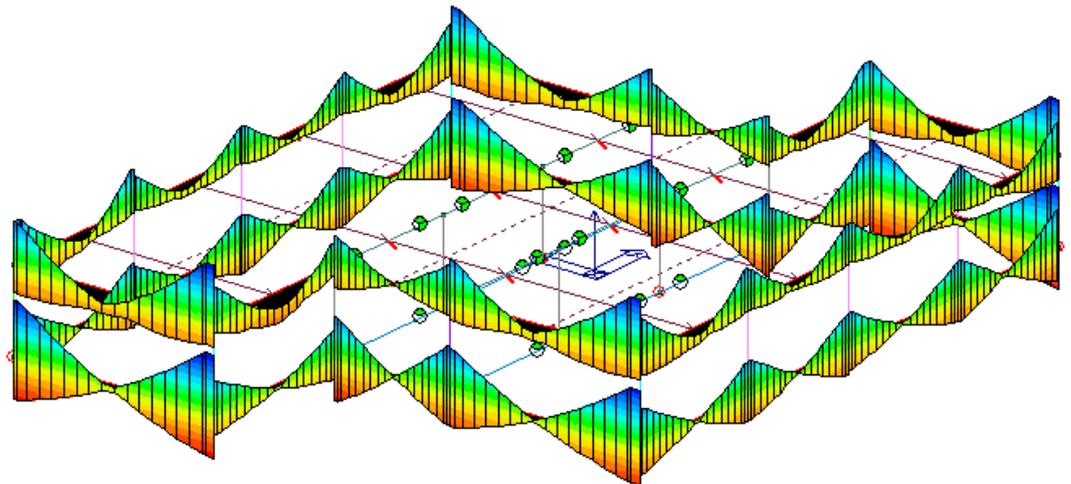
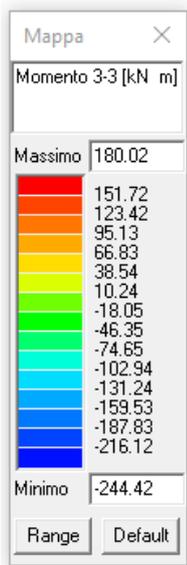
*Inviluppo sollecitazioni travi: V2*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



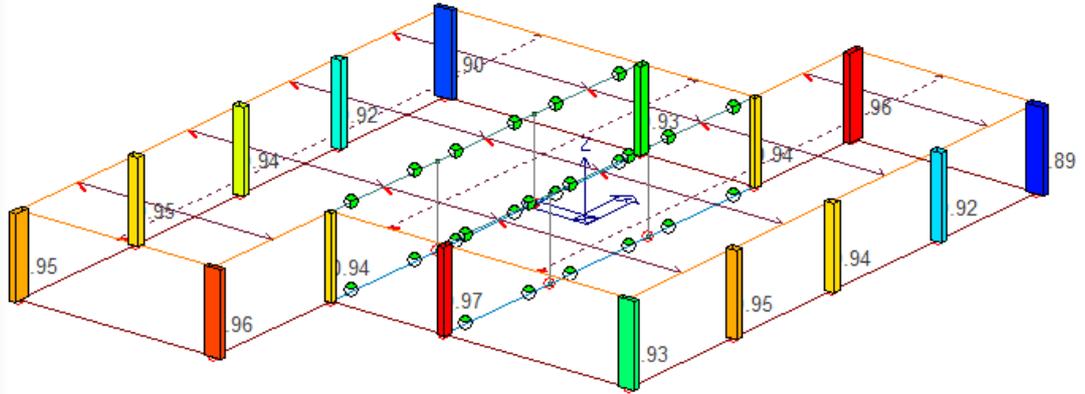
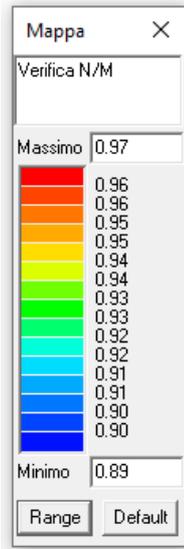
*Inviluppo sollecitazioni travi:  $M_t$*



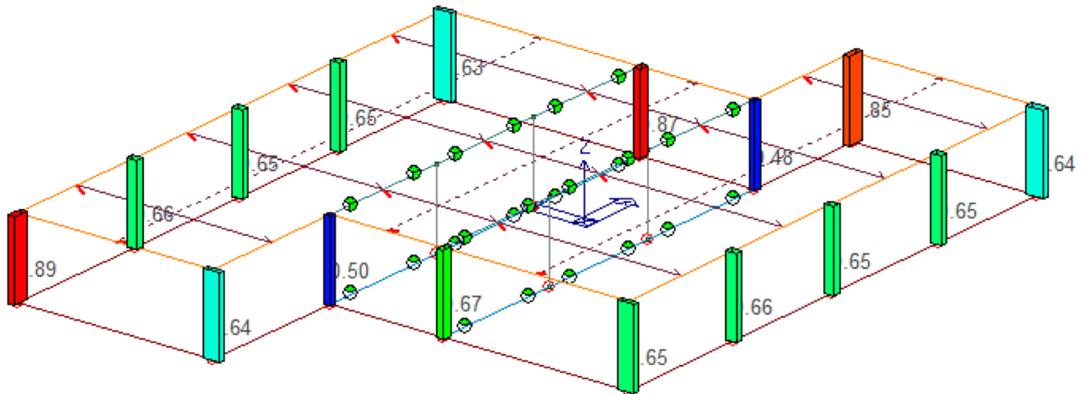
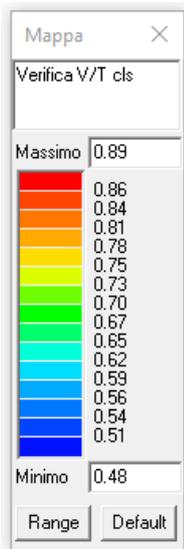
*Inviluppo sollecitazioni travi:  $M_3$*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



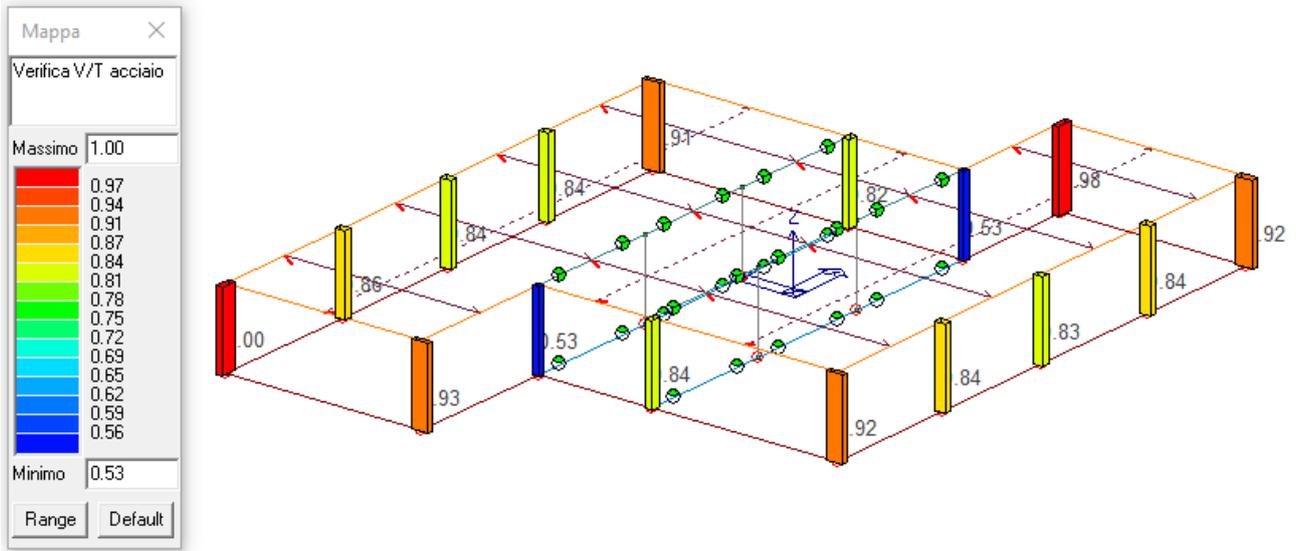
*Verifiche pilastri: N/M*



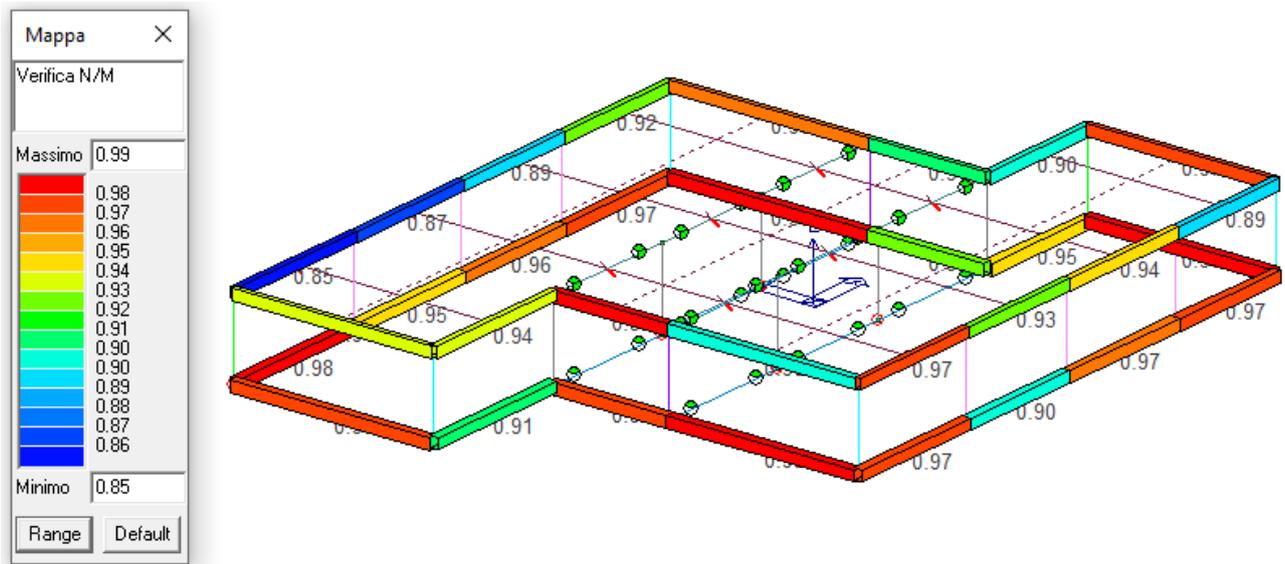
*Verifiche pilastri: V/T cls*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



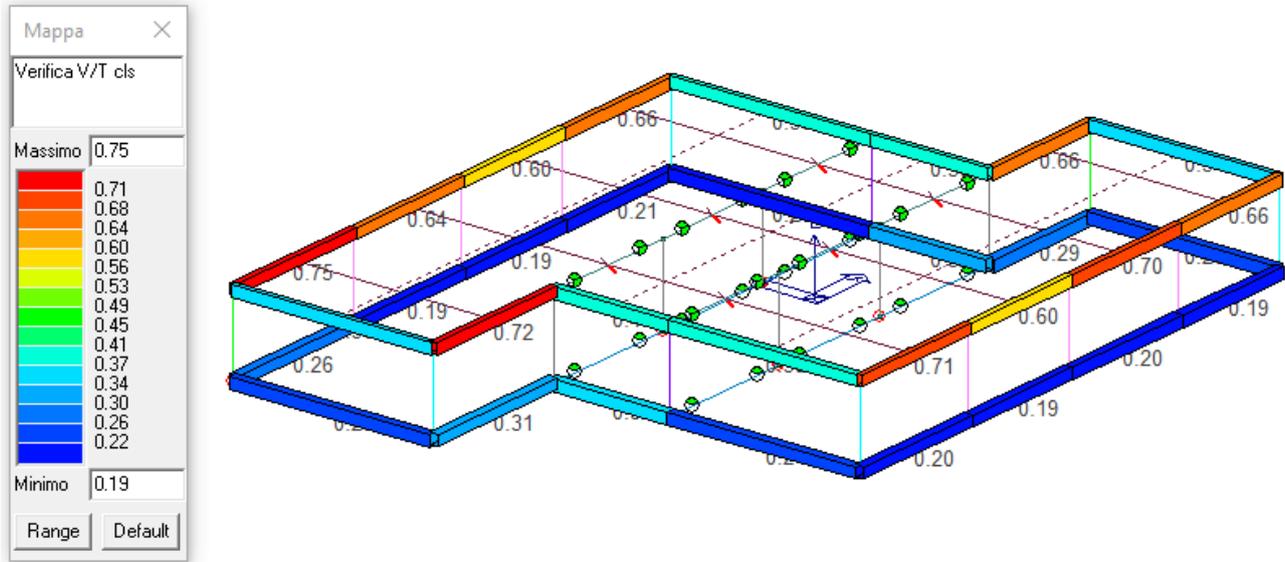
*Verifiche pilastri: V/T acc*



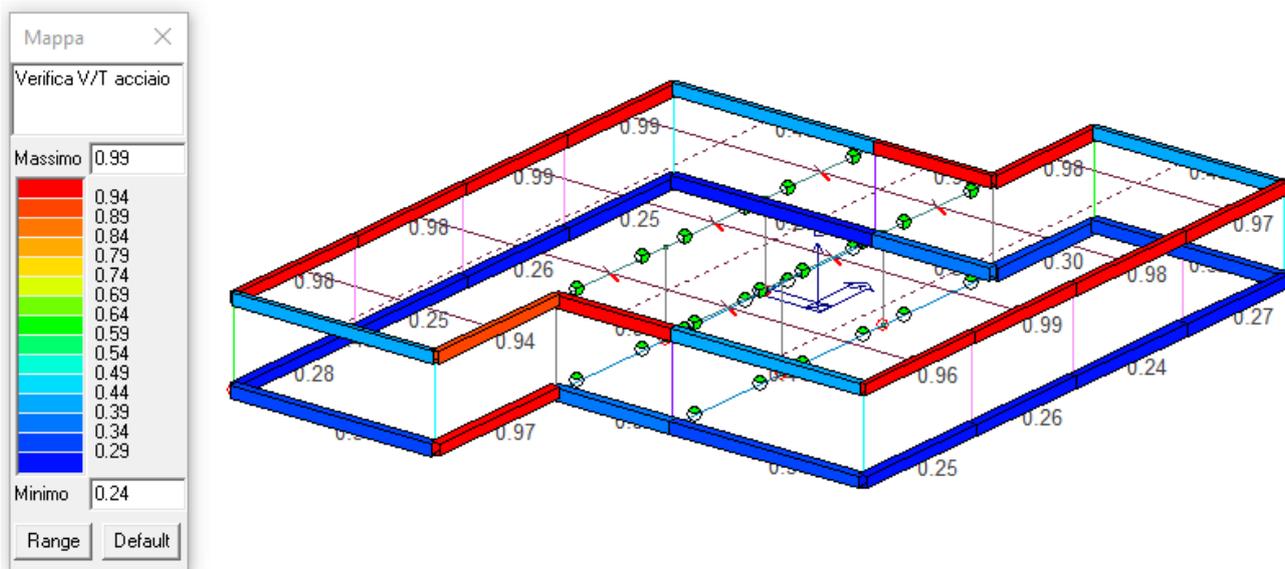
*Verifiche travi: N/M*

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022



*Verifiche travi: V/T cls*



*Verifiche travi: V/T acc*

**GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI**

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione DEI PESI SISMICI piano per piano ha permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante semplici calcoli manuali di controllo.

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI**

Si è dunque controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli semplificati.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo; il programma infatti prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione.

I risultati delle elaborazioni sono poi stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura.

## 2.1.K CARATTERISTICHE DI AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo	
Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2021-09-193)
Produttore- Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l. Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE ( Italy) Tel. +39 0532 200091 www.2si.it
Codice Licenza:	Licenza dsi5901

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO\_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO\_SAP Modulo Geotecnico, PRO\_CAD nodi acciaio e PRO\_MST" disponibile per il download sul sito: <https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

## 2.1.L STRUTTURE GEOTECNICHE O DI FONDAZIONE

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di **Forlì (FC)**.

Per la caratterizzazione geotecnica valutando la situazione geologica del sito in base all'esperienza ad a precedenti sondaggi effettuati stati utilizzati i seguenti parametri per la caratterizzazione del sottosuolo e topografica (secondo quanto esposto nel par. 3.2.2 del DM2018):

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI**

- **Categoria di sottosuolo: C** ;
- **Categoria topografica: T1** (superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i < 15^\circ$ ).

Vedi punto 2.1.A

La struttura allo stato attuale non presenta lesioni o deformazioni dovute a cedimenti o deficit fondali. Si ritiene quindi di non intervenire sulle fondazioni.

Per consolidare ulteriormente il tutto si realizzeranno comunque cordoli in c.a. che saranno adeguatamente connessi mediante innesti alle fondazioni esistenti.

## **2.1.M INDICAZIONE DELLA CATEGORIA DI INTERVENTO PREVISTO**

**L'intervento, così come descritto e progettato, viene considerato un intervento di miglioramento con  $\zeta_E$  finale  $\geq 0.6$  ai sensi del punto 8.4.2 del DM 17/01/2018.**

## **2.1.N DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE**

Il fabbricato che presenta 1 piano fuori terra ed è a struttura prefabbricata.

Per una più dettagliata descrizione si veda il ***rilievo geometrico strutturale***.

- **Caratterizzazione meccanica dei materiali.**

Per una più accurata conoscenza delle caratteristiche dei materiali e del loro degrado, ci si è basati su verifiche in sito e sulle prove ed i sondaggi eseguiti in precedenti verifiche già citate.

Si veda il punto 2.1.E della presente.

## **2.1.O DEFINIZIONE DELLE PROPRIETA' MECCANICHE DEI MATERIALI COSTITUENTI LE STRUTTURE INTERESSATE**

### **LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA**

Come già riportato per le strutture esistenti si adotta F.C. = 1.2 così come adottato nelle verifiche preliminari già citate.

## 2.1.P RISULTATI SIGNIFICATIVI EMERSI POST INTERVENTO E CONFRONTO CON LA SITUAZIONE PRE INTERVENTO

### VERIFICHE SLU/SLV

Si riporta di seguito un estratto delle verifiche sismiche dalle quale si evince come le strutture sotto azione sismica siano verificate con  $\zeta_E = 0.62$ .

Per le verifiche agli S.L. dei pilastri è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

M_P X Y	Numero della pilastrata (P) e posizione in pianta (X,Y)
Pilas.	numero identificativo dell'elemento D2
Note	Codici identificativi delle sezione (s) e materiale (m) pilastro
Stato	Codici relativi all'esito delle verifiche effettuate appresso descritte
Quota	Quota sezione di verifica
%Af	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
r. snell.	Rapporto di snellezza $\lambda$ su $\lambda^*$ : valore superiore a 1 per elementi snelli nel caso in cui viene effettuata la verifica con il metodo diretto dello stato di equilibrio
Armat. long.	Numero e diametro (d) dei ferri di armatura longitudinale distinti in ferri di vertice + ferri di lato nelle posizioni nL1 e nL2, come da schemi in figura precedente
V N/M	Verifica a pressoflessione con rapporto Ed/Rd: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
V N sis	Verifica a compressione solo calcestruzzo con rapporto Nsd/Nrd ed Nrd calcolato come al punto 7.4.4.2.1: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Staffe	Dati tratto di staffatura oggetto di verifica, nello specifico: numero delle braccia, diametro, passo, lunghezza L tratto
V V/T cls	Verifica a taglio/torsione con rapporto Ved/Vrd: valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Rif. cmb.	Riferimento combinazioni da cui si generano le verifiche più gravose per il pilastro

Per le verifiche alla G.R. dei pilastri è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Pilas.	numero identificativo dell'elemento D2 pilastro
sovr. Xi (Xf)	Verifica sovraresistenza come da formula 7.4.4 in direzione X, alla base (i) ed alla sommità (f): rapporto tra i momenti resistenti dei pilastri e delle travi. La verifica è positiva se maggiore del $\gamma_{Rd}$ adottato
sovr. Yi (Yf)	Verifica sovraresistenza come da formula 7.4.4 in direzione Y, alla base (i) ed alla sommità (f): rapporto tra i momenti resistenti dei pilastri e delle travi. La verifica è positiva se maggiore del $\gamma_{Rd}$ adottato
M 2-2 i (f)	Valore del momento resistente 2-2 alla base (i) ed alla sommità (f) con massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo
M 3-3 i (f)	Valore del momento resistente 3-3 alla base (i) ed alla sommità (f) con massimo momento in presenza dello sforzo normale di calcolo

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Luce per V	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)
V M2-2 (M3-3)	Valore del taglio generato dai momenti resistenti 2-2 (3-3)

Per le verifiche dei dettagli costruttivi per la duttilità è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:  
(Non presente nel caso di comportamento strutturale non dissipativo)

Pilas	Numero identificativo D2 pilastro
ni	Sforzo assiale adimensionalizzato di progetto relativo alla combinazione sismica SLV
alfaomega	Prodotto tra il coefficiente di efficacia del confinamento e il rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento all'interno del nodo
V.7.4.29 2-2 (3-3)	Rapporto tra la domanda di staffe minima nel nodo e il rapporto meccanico dell'armatura trasversale di confinamento inserito all'interno del nodo in direzione 2 (3)
V. 7.4.29 Stato	Codici relativi all'esito della verifica 7.4.29
dmu_fi 2-2 (3-3)	Domanda in duttilità di curvatura in direzione 2 (3)
cmu_fi 2-2 (3-3)	Capacità in duttilità di curvatura in direzione 2 (3)
V. dutt. 2-2 (3-3)	Rapporto tra la domanda in duttilità di curvatura e la capacità in duttilità di curvatura in direzione 2 (3)

Per le verifiche nodi trave-pilastro di elementi nuovi è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Nodo	Numero identificativo del nodo trave-pilastro
Stato	Esito delle verifiche
Pilastro	Numero identificativo D2 pilastro
Diam st	Diametro staffe nodo
Passo	Passo staffe nodo
n. br. 2 (3)	Numero braccia staffe per il taglio in direzione 2 (3)
Bj2 (3)	Larghezza effettiva del nodo per il taglio in direzione 2 (3)
Hjc2 (3)	Distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro per il taglio in direzione 2 (3)
V. 7.4.8	Rapporto tra il taglio $V_{jbd}$ e il taglio resistente come da formula 7.4.8
V. Ash	Rapporto tra il passo staffe calcolato secondo il capitolo 7.4.4.3.1. e il passo staffe effettivamente inserita nel nodo. Nel caso di valore indica passo staffe utilizzato deriva dalle formule presenti nel paragrafo 7.4.4.3.1. Nel caso di valore minore di 1 il passo staffe utilizzato deriva del pilastro superiore o inferiore al nodo
7.4.10	Check passo staffe valutato in funzione della formula 7.4.10: <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI il passo staffe è calcolato utilizzando la formula 7.4.10;</li> <li>• NO il passo staffe è calcolato utilizzando le formule 7.4.11 e/o 7.4.12;</li> <li>• NR calcolo passo staffe non richiesto;</li> </ul>
Rif. comb.	Riferimento combinazioni da cui si generano le verifiche più gravose per il nodo

Per le verifiche nodi trave-pilastro di elementi esistenti è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:

Pilastro I	Numero identificativo D2 del pilastro inferiore.
------------	--

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Pilastro S	Numero identificativo D2 del pilastro superiore.
Nodo	Numero identificativo del nodo trave-pilastro.
SL cod	Stato limite di riferimento e relativo esito delle verifiche.
ver. (+)	Fattore di sicurezza nei riguardi della verifica di resistenza a compressione (verificato se $< 1.00$ ).
V +	Azione di Taglio presente al di sopra del nodo nella verifica di resistenza a compressione.
V + af s	Sollecitazione di trazione presente nell'armatura longitudinale superiore della trave nella verifica di resistenza a compressione.
N +	Azione Assiale presente al di sopra del nodo nella verifica di resistenza a compressione.
ver. (-)	Fattore di sicurezza nei riguardi della verifica di resistenza a trazione (verificato se $< 1.00$ ).
V -	Azione di Taglio presente al di sopra del nodo nella verifica di resistenza a trazione.
V - af s	Sollecitazione di trazione presente nell'armatura longitudinale superiore della trave nella verifica di resistenza a trazione.
N -	Azione Assiale presente al di sopra del nodo nella verifica di resistenza a trazione.
AreaV2	Area resistente del nodo in direzione 2 ( $A_{j2}=b_{j2}*h_{jc2}$ ).
AreaV3	Area resistente del nodo in direzione 3 ( $A_{j3}=b_{j3}*h_{jc3}$ ).
Rif. comb.	Combinazione (direzione) di riferimento nella verifica di trazione.

**Per le verifiche agli S.L. delle travi è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:**

M_T Z P	Numero della travata (T), quota media (Z), n° pilastrata iniziale (P) e finale (P) (nodo in assenza di pilastrata)
Trave	numero identificativo dell'elemento D2
Note	Codici identificativi sezione (s) e materiale (m) trave; sono inoltre presenti le sigle relative all'esito delle verifiche effettuate appresso descritte
%Af	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso
Af sup	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso
Af long.	Area complessiva armatura longitudinale
x/d	rapporto tra posizione dell'asse neutro e altezza utile
V N/M	Verifica a pressoflessione rapporto $E_d/R_d$ : valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Staffe	Dati tratto di staffatura oggetto di verifica, nello specifico: numero delle braccia, diametro, passo, lunghezza L tratto
V V/T cls	Verifica a taglio/torsione con rapporto $V_{ed}/V_{rd}$ : valore minore o uguale a 1 per verifica positiva
Rif. cmb.	Riferimento combinazioni da cui si generano le verifiche più gravose per la trave

**Per le verifiche alla G.R. delle travi è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:**

Trave	numero identificativo dell'elemento D2 trave
M negativo i	Valore del momento resistente negativo all'estremità iniziale i (finale f) della trave (f)
M positivo i	Valore del momento resistente positivo all'estremità iniziale i (finale f) della trave (f)
Luce per V	Luce di calcolo per la definizione del taglio (generato dai momenti resistenti)

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

V M-i M+f	Taglio generato dai momenti resistenti negativo i e positivo f
V M+i M-f	Taglio generato dai momenti resistenti positivo i e negativo f
VEd, min	Valore di taglio minimo per verifica condizioni p.to 7.4.4.1.1 armatura diagonale (solo per CD "A")
VEd, max	Valore di taglio massimo per verifica condizioni p.to 7.4.4.1.1 armatura diagonale (solo per CD "A")
Vr1	Valore di taglio come da formula 7.4.1 per armatura diagonale (solo per CD "A")
As	Area singolo ordine armature diagonali come da formula 7.4.2 (solo per CD "A")

**Per le verifiche a taglio ciclico di travi e pilastri esistenti è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:**

Trave/Pilastro	Numero identificativo dell'elemento D2 trave/pilastro
V. SLV	Codice relativo all'esito delle verifiche
Nodo	Numero identificativo del nodo di verifica
Ver. VC	Fattore di sicurezza nei confronti della verifica a taglio ciclico (verificato se < 1.00)
Direz.	Direzione di verifica
N fr	Valore di sforzo normale calcolato con fattore di comportamento fragile
V fr	Valore di taglio calcolato con fattore di comportamento fragile
M fr	Valore di momento calcolato con fattore di comportamento fragile
N dutt	Valore di sforzo normale calcolato con fattore di comportamento duttile
LV	Lunghezza di taglio
Mud,pl	Parte plastica della domanda di duttilità
V cic	Resistenza a taglio in condizioni cicliche (C8.7.2.8)
Cmb	Riferimento combinazioni da cui si generano le verifiche più gravose

**Per le verifiche alle T.A. di pilastri e travi è presente una tabella con i simboli di seguito descritti:**

M_P X Y	Numero della pilastrata (P) e posizione in pianta (X, Y)
M_T Z P P	Numero della travata, quota media pilastrata iniziale e finale (nodo in assenza di pilastrata)
Pilas. o Trave	numero identificativo dell'elemento D2
Note	Viene riportato il codice relativo alla sezione(s) e relativo al materiale(m); nella terza riga viene riportato il valore delle snellezze in direzione 2-2 e 3-3
Stato	Codici di verifica relativi alle tensioni normali e alle tensioni tangenziali
Quota	Ascissa del punto di verifica
%Af	Percentuale di area di armatura rispetto a quella di calcestruzzo
Armat. long.	Numero e diametro dei ferri di armatura longitudinale: ferri di vertice + ferri di lato (come da fig. precedente)
Af inf.	Area di armatura longitudinale posta all'intradosso della trave
Af sup	Area di armatura longitudinale posta all'estradosso della trave
Sc max	Massima tensione di compressione del calcestruzzo
Sc med	Massima tensione media di compressione del calcestruzzo
Sf max	Tensione massima nell'acciaio
staffe	Vengono riportati i dati del tratto di staffatura in cui cade la sezione di verifica; in particolare: numero dei bracci, diametro, passo, lunghezza tratto
Tau max	Tensione massima tangenziale nel cls
Rif. comb	Combinazioni in cui si generano i seguenti valori di tensione: Sc max, Sc med, Sf max, Tau max

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

AfV	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di taglio
AfT	area dell'armatura atta ad assorbire le azioni di torsione
Scorr. P	Scorrimento dei piegati
Af long.	Area del ferro longitudinale aggiuntivo per assorbire la torsione

**< TABELLA VERIFICHE ELEMENTI - MATERIALI ESISTENTI >**

				<b>M P= 7</b>		<b>X=-605.0</b>		<b>Y=-302.5</b>					
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
			cm										
60	s=1,m=158	ok,ok	0.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.66	0.22	2+2d6/20 L=370	0.15	0.51	26,27,26,26	
			185.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.14	0.21	2+2d6/20 L=370	0.15	0.51	4,27,26,26	
	[b=1.0;1.0]		370.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.43	0.21	2+2d6/20 L=370	0.15	0.51	27,27,26,26	
				<b>M P= 8</b>		<b>X=0.0</b>		<b>Y=-302.5</b>					
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
56	s=1,m=158	ok,ok	0.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.68	0.22	2+2d6/20 L=370	0.16	0.52	24,21,20,22	
			185.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.16	0.21	2+2d6/20 L=370	0.16	0.52	12,21,20,22	
	[b=1.0;1.0]		370.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.42	0.21	2+2d6/20 L=370	0.16	0.52	22,21,20,22	
				<b>M P= 13</b>		<b>X=-605.0</b>		<b>Y=247.5</b>					
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
59	s=1,m=158	ok,ok	0.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.66	0.22	2+2d6/20 L=370	0.16	0.52	26,32,32,26	
			185.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.17	0.22	2+2d6/20 L=370	0.16	0.52	13,32,32,26	
	[b=1.0;1.0]		370.0	0.89	0.59	4d16 0+0 d16	0.45	0.21	2+2d6/20 L=370	0.16	0.52	26,32,32,26	
				<b>M P= 14</b>		<b>X=0.0</b>		<b>Y=247.5</b>					
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T cls	V V/T acc	Rif. cmb	
55	s=1,m=158	ok,ok	0.0	0.89	0.60	4d16 0+0 d16	0.68	0.22	2+2d6/20 L=370	0.17	0.54	24,18,22,22	
			185.0	0.89	0.60	4d16 0+0 d16	0.18	0.22	2+2d6/20 L=370	0.17	0.54	13,18,22,22	
	[b=1.0;1.0]		370.0	0.89	0.60	4d16 0+0 d16	0.48	0.21	2+2d6/20 L=370	0.17	0.54	22,18,22,22	
Pilas.				%Af	r. snell.		V N/M	V N sis		V V/T cls	V V/T acc		
				0.89	0.60		0.68	0.22		0.17	0.54		

Pilas.	sovr. Xi	sovr. Xf	sovr. Yi	sovr. Yf	M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f	Luce per V	V M2-2	V M3-3
					kN m	kN m	kN m	kN m	cm	kN	kN
55	0.0	0.0	0.0	0.0	76.43	75.49	76.43	75.49	330.00	46.32	46.32
56	0.0	0.0	0.0	0.0	75.84	74.89	75.84	74.89	330.00	45.96	45.96
59	0.0	0.0	0.0	0.0	76.35	75.40	76.35	75.40	330.00	46.27	46.27
60	0.0	0.0	0.0	0.0	75.77	74.82	75.77	74.82	330.00	45.92	45.92
Pilas.					M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f		V M2-2	V M3-3
					76.43	75.49	76.43	75.49		46.32	46.32

Pilas.	V. SLV	Nodo	Ver. VC	Direz.	N fr	V fr	M fr	N dutt	LV	mud,pl	V cic	Cmb
					kN	kN	kN m	kN	m		kN	
55	ok	2	0.54	3	-181.68	29.75	61.39	-181.66	2.13	0.0	33.37	22
		1	0.54	3	-173.35	29.75	45.32	-173.33	1.57	0.0	35.43	22
56	ok	4	0.52	3	-176.42	28.70	60.80	-176.43	2.19	0.0	33.04	22
		3	0.52	3	-168.10	28.70	41.95	-168.10	1.51	0.0	35.56	22
59	ok	10	0.52	3	-180.95	28.94	63.17	-180.94	2.18	0.0	33.18	26
		9	0.52	3	-172.62	28.94	43.91	-172.62	1.52	0.0	35.73	26
60	ok	12	0.51	3	-175.72	28.14	62.94	-175.74	2.24	0.0	32.88	26
		11	0.51	3	-167.40	28.14	41.18	-167.42	1.46	0.0	36.53	26
Pilas.			Ver. VC									
			0.54									

Pilas.I	Pilas.S	Nodo	SL cod	ver. (+)	V +	V + af s	N +	ver. (-)	V -	V - af s	N -	AreaV2	AreaV3	Rif. cmb
					kN	kN	kN		kN	kN	kN	cm2	cm2	
55		1	SLV:ok	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1044.0	696.0	22(2),22(2)
56		3	SLV:ok	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1044.0	696.0	31(2),31(2)
59		9	SLV:ok	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1044.0	696.0	32(2),32(2)
60		11	SLV:ok	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1044.0	696.0	24(2),24(2)

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Pilas.I	Pilas.S	Nodo	SL cod	ver. (+)	V +	V + af s	N +	ver. (-)	V -	V - af s	N -	AreaV2	AreaV3	Rif. cmb
Pilas.I				ver. (+)				ver. (-)						
				0.0				0.0						
				0.0				0.0						

Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	M T= 9	Z=0.0	P=12	P=15	Staffe	Rif. cmb
		cm						V N/M	V V/T cls	V V/T acc		L=cm	
20	ok,ok	0.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	8.44e-03	0.20	0.06		4d8/20 L=625	2,20,31
	s=2,m=158	327.5	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.09	0.12	0.0		4d8/20 L=625	2,20,31
		655.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	8.44e-03	0.20	0.06		4d8/20 L=625	6,20,32
24	ok,ok	0.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	7.83e-03	0.13	0.06		4d8/20 L=575	10,6,32
	s=2,m=158	302.5	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.08	0.06	0.0		4d8/20 L=575	10,7,32
		605.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	7.83e-03	0.13	0.06		4d8/20 L=575	10,6,32
22	ok,ok	0.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	8.63e-03	0.25	0.06		4d8/20 L=620	10,26,32
	s=2,m=158	330.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.10	0.16	0.0		4d8/20 L=620	10,26,32
		660.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.01	0.24	0.06		4d8/20 L=620	10,26,32
								<b>M T= 10</b>	<b>Z=0.0</b>	<b>P=6</b>	<b>P=9</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
21	ok,ok	0.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.01	0.23	0.06	4d8/20 L=615	7,22,24	
	s=2,m=158	327.5	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.09	0.15	0.0	4d8/20 L=615	7,22,24	
		655.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	8.46e-03	0.23	0.06	4d8/20 L=615	7,22,23	
25	ok,ok	0.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	7.75e-03	0.14	0.06	4d8/20 L=575	1,6,32	
	s=2,m=158	302.5	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.08	0.06	0.0	4d8/20 L=575	1,6,32	
		605.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	7.75e-03	0.14	0.06	4d8/20 L=575	1,6,32	
23	ok,ok	0.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	8.60e-03	0.22	0.06	4d8/20 L=630	1,26,31	
	s=2,m=158	330.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	0.10	0.14	0.0	4d8/20 L=630	1,26,31	
		660.0	1.14	23.4	6.2	0.0	0.16	8.60e-03	0.22	0.06	4d8/20 L=630	1,26,32	
								<b>M T= 11</b>	<b>Z=370.0</b>	<b>P=6</b>	<b>P=9</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
26	ok,ok	0.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.11	0.86	0.30	4d8/20 L=615	15,21,32	
	s=3,m=158	327.5	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.73	0.43	0.0	4d8/20 L=615	15,21,32	
		655.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.06	0.88	0.31	4d8/20 L=615	15,21,32	
30	ok,ok	0.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.06	0.47	0.28	4d8/20 L=575	31,7,32	
	s=3,m=158	302.5	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.62	0.06	0.0	4d8/20 L=575	31,7,32	
		605.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.06	0.47	0.28	4d8/20 L=575	31,7,32	
28	ok,ok	0.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.07	0.86	0.31	4d8/20 L=630	15,27,32	
	s=3,m=158	330.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.75	0.43	0.0	4d8/20 L=630	15,26,32	
		660.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.07	0.86	0.31	4d8/20 L=630	15,27,32	
								<b>M T= 12</b>	<b>Z=370.0</b>	<b>P=12</b>	<b>P=15</b>		
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
27	ok,ok	0.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.07	0.91	0.32	4d8/20 L=625	18,22,32	
	s=3,m=158	327.5	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.77	0.45	0.0	4d8/20 L=625	18,22,32	
		655.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.07	0.91	0.32	4d8/20 L=625	18,22,32	
31	ok,ok	0.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.06	0.48	0.29	4d8/20 L=575	24,6,32	
	s=3,m=158	302.5	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.65	0.06	0.0	4d8/20 L=575	24,6,32	
		605.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.06	0.48	0.29	4d8/20 L=575	24,6,32	
29	ok,ok	0.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.07	0.93	0.32	4d8/20 L=620	24,26,32	
	s=3,m=158	330.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.76	0.47	0.0	4d8/20 L=620	24,26,32	
		660.0	0.74	15.3	4.7	0.0	0.12	0.11	0.92	0.31	4d8/20 L=620	24,26,32	
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc			
			1.14	23.44	6.22	0.0	0.16	0.77	0.93	0.32			

Trave	V. SLV	Nodo	Ver. VC	Direz.	N fr	V fr	M fr	N dutt	LV	mud,pl	V cic	Cmb
					kN	kN	kN m	kN	m		kN	
20	ok	18	0.0	2	8.26	16.13	2.48	7.30	0.0	0.0	0.0	32
		10	0.0	2	8.26	16.12	2.48	7.30	0.0	0.0	0.0	32
21	ok	20	0.0	2	6.17	15.61	4.06	4.75	0.0	0.0	0.0	32
		12	0.0	2	6.17	16.12	2.48	4.75	0.0	0.0	0.0	32
22	ok	2	0.0	2	-12.89	16.25	2.50	-7.69	0.0	0.0	0.0	32
		34	0.0	2	-12.89	15.74	4.10	-7.69	0.0	0.0	0.0	32
23	ok	4	0.0	2	-14.79	16.25	2.50	-8.14	0.0	0.0	0.0	32
		36	0.0	2	-14.79	16.25	2.50	-8.14	0.0	0.0	0.0	32
24	ok	10	0.0	2	-3.50	14.84	2.28	-1.01	0.0	0.0	0.0	32
		2	0.0	2	-3.50	14.83	2.28	-1.01	0.0	0.0	0.0	32
25	ok	12	0.0	2	-4.17	14.84	2.28	-1.63	0.0	0.0	0.0	32
		4	0.0	2	-4.17	14.83	2.28	-1.63	0.0	0.0	0.0	32

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

Trave	V. SLV	Nodo	Ver. VC	Direz.	N fr	V fr	M fr	N dutt	LV	mud,pl	V cic	Cmb
26	ok	19	0.0	2	-9.79	80.40	20.93	-7.75	0.0	0.0	0.0	32
		11	0.0	2	-9.79	83.06	12.76	-7.75	0.0	0.0	0.0	32
27	ok	17	0.0	2	37.41	85.62	13.15	25.30	0.0	0.0	0.0	32
		9	0.0	2	37.41	85.62	13.15	25.30	0.0	0.0	0.0	32
28	ok	3	0.0	2	-59.60	83.73	12.86	-46.46	0.0	0.0	0.0	32
		35	0.0	2	-59.60	83.73	12.86	-46.46	0.0	0.0	0.0	32
29	ok	1	0.0	2	4.17	86.30	13.25	3.21	0.0	0.0	0.0	32
		33	0.0	2	4.17	83.56	21.75	3.21	0.0	0.0	0.0	32
30	ok	11	0.0	2	-36.98	76.42	11.76	-29.20	0.0	0.0	0.0	32
		3	0.0	2	-36.98	76.42	11.76	-29.20	0.0	0.0	0.0	32
31	ok	9	0.0	2	13.27	78.77	12.12	8.75	0.0	0.0	0.0	32
		1	0.0	2	13.27	78.77	12.12	8.75	0.0	0.0	0.0	32
<b>Trave</b>			<b>Ver. VC</b>									
			0.0									

**< TABELLA VERIFICHE ELEMENTI - MATERIALI NUOVI >**

Pilas.	Note	Stato	Quota cm	%Af	r. snell.	<b>M_P= 1</b>		V N sis	Staffe L=cm	V V/T	cls V	V/T acc	Rif. cmb
						Armat. long.	V N/M						
1s=13,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	1.51	0.36	<b>X=-1260.0Y=-1192.5</b>		0.88	0.064+2d10/15	L=90	0.65	0.55	11,24,31,24
			185.0	1.51	0.36			0.15	0.054+2d10/25	L=190	0.65	0.92	33,24,31,24
			370.0	1.51	0.36			0.93	0.054+2d10/15	L=90	0.65	0.55	8,24,31,24
61 s=7,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	2.59	0.38	<b>M_P= 2</b>		0.78	0.062+2d10/15	L=75	0.65	0.63	8,10,24,8
			185.0	1.55	0.38	<b>X=605.0Y=-1192.5</b>		0.25	0.062+2d10/20	L=220	0.66	0.84	32,10,24,8
			370.0	2.59	0.38			0.86	0.052+2d10/15	L=75	0.66	0.63	5,10,24,8
57 s=7,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	2.59	0.37	<b>M_P= 3</b>		0.81	0.062+2d10/15	L=75	0.65	0.62	8,5,24,10
			185.0	1.55	0.37	<b>X=0.0Y=-1192.5</b>		0.27	0.052+2d10/20	L=220	0.65	0.83	28,5,24,10
			370.0	2.59	0.37			0.85	0.052+2d10/15	L=75	0.65	0.62	8,5,24,10
53 s=7,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	2.59	0.38	<b>M_P= 4</b>		0.80	0.072+2d10/15	L=75	0.65	0.63	8,8,30,10
			185.0	1.55	0.38	<b>X=660.0Y=-1192.5</b>		0.15	0.062+2d10/20	L=220	0.65	0.84	26,8,30,10
			370.0	2.59	0.38			0.81	0.062+2d10/15	L=75	0.65	0.63	8,8,30,10
3s=13,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	1.51	0.35	<b>M_P= 5</b>		0.86	0.054+2d10/15	L=90	0.64	0.55	5,14,30,30
			185.0	1.51	0.35	<b>X=1270.0Y=-1192.5</b>		0.16	0.054+2d10/25	L=190	0.64	0.92	27,14,30,30
			370.0	1.51	0.35			0.89	0.054+2d10/15	L=90	0.64	0.55	5,14,30,30
64 s=6,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	2.59	0.44	<b>M_P= 6</b>		0.92	0.082+2d10/15	L=75	0.67	0.63	31,34,11,24
			185.0	1.55	0.44	<b>X=-1260.0 Y=-302.5</b>		0.13	0.082+2d10/20	L=220	0.67	0.84	8,34,11,24
			370.0	2.59	0.44			0.97	0.082+2d10/15	L=75	0.67	0.63	31,34,11,24
52 s=1,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	2.79	0.69	<b>M_P= 9</b>		0.68	0.202+2d10/15	L=75	0.48	0.40	24,24,31,33
			185.0	1.40	0.69	<b>X=660.0 Y=-302.5</b>		0.10	0.192+2d10/20	L=220	0.48	0.53	2,24,31,33
			370.0	2.79	0.69			0.73	0.192+2d10/15	L=75	0.48	0.40	27,24,31,33
2s=12,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	1.51	0.36	<b>M_P= 10</b>		0.96	0.062+4d10/15	L=90	0.85	0.74	27,5,15,10
			185.0	1.51	0.36	<b>X=1270.0 Y=-302.5</b>		0.17	0.062+4d10/20	L=190	0.85	0.98	15,5,15,10
			370.0	2.26	0.36			0.90	0.052+4d10/15	L=90	0.85	0.74	21,5,15,10
49s=13,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	1.51	0.39	<b>M_P= 11</b>		0.81	0.064+2d10/15	L=90	0.63	0.56	20,36,24,24
			185.0	1.51	0.39	<b>X=-1980.0 Y=247.5</b>		0.21	0.064+2d10/25	L=190	0.64	0.93	2,36,24,24
			370.0	1.51	0.39			0.96	0.064+2d10/15	L=90	0.64	0.56	20,36,24,24
63 s=1,m=5	ok,ok	ok,ok	0.0	2.79	0.73	<b>M_P= 12</b>		0.73	0.212+2d10/15	L=75	0.50	0.40	30,33,26,8
			185.0	1.40	0.73	<b>X=-1260.0 Y=247.5</b>		0.16	0.202+2d10/20	L=220	0.50	0.53	2,33,26,8
			370.0	2.79	0.73			0.85	0.202+2d10/15	L=75	0.50	0.40	30,33,26,8

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

				<b>M<sub>P</sub>= 15</b>		<b>X=660.0 Y=247.5</b>							
Pilas.	Note	Stato	Quota	%Af	r. snell.	Armat. long.	V N/M	V N sis	Staffe	V V/T	cls V	V/T acc	Rif. cmb
51	s=6,m=5	ok,ok	0.0	3.62	0.45	4d24 4+6 d24	0.81	0.092+2d10/15	L=62	0.86	0.82	0.82	26,27,8,11
			185.0	1.55	0.45	4d24 0+2 d24	0.14	0.092+2d10/15	L=247	0.86	0.82	0.82	14,27,8,11
	[b=1.0;1.0]		370.0	3.62	0.45	4d24 4+6 d24	0.85	0.082+2d10/15	L=62	0.87	0.82	0.82	26,27,8,11
				<b>M<sub>P</sub>= 16</b>		<b>X=-1980.0 Y=1192.5</b>							
48s=12,m=5		ok,ok	0.0	2.26	0.37	4d24 2+6 d24	0.75	0.062+4d10/15	L=90	0.89	0.75	0.75	33,19,11,8
			185.0	1.51	0.37	4d24 0+4 d24	0.19	0.052+4d10/20	L=190	0.89	1.00	1.00	2,19,11,8
	[b=1.0;1.0]		370.0	2.26	0.37	4d24 2+6 d24	0.95	0.052+4d10/15	L=90	0.89	0.75	0.75	31,19,11,8
				<b>M<sub>P</sub>= 17</b>		<b>X=-1260.0 Y=1192.5</b>							
62	s=7,m=5	ok,ok	0.0	2.59	0.40	4d24 4+2 d24	0.75	0.072+2d10/15	L=75	0.66	0.64	0.64	17,17,33,8
			185.0	1.55	0.40	4d24 2+0 d24	0.28	0.072+2d10/20	L=220	0.66	0.86	0.86	30,17,33,8
	[b=1.0;1.0]		370.0	2.59	0.40	4d24 4+2 d24	0.85	0.062+2d10/15	L=75	0.66	0.64	0.64	17,17,33,8
				<b>M<sub>P</sub>= 18</b>		<b>X=-605.0 Y=1192.5</b>							
58	s=7,m=5	ok,ok	0.0	2.59	0.37	4d24 4+2 d24	0.73	0.062+2d10/15	L=75	0.65	0.63	0.63	17,20,33,11
			185.0	1.55	0.37	4d24 2+0 d24	0.27	0.062+2d10/20	L=220	0.65	0.84	0.84	32,20,33,11
	[b=1.0;1.0]		370.0	2.59	0.37	4d24 4+2 d24	0.79	0.052+2d10/15	L=75	0.65	0.63	0.63	17,20,33,11
				<b>M<sub>P</sub>= 19</b>		<b>X=0.0 Y=1192.5</b>							
54	s=7,m=5	ok,ok	0.0	2.59	0.39	4d24 4+2 d24	0.73	0.062+2d10/15	L=75	0.65	0.63	0.63	20,15,36,11
			185.0	1.55	0.39	4d24 2+0 d24	0.26	0.062+2d10/20	L=220	0.65	0.84	0.84	28,15,36,11
	[b=1.0;1.0]		370.0	2.59	0.39	4d24 4+2 d24	0.80	0.062+2d10/15	L=75	0.65	0.63	0.63	20,15,36,11
				<b>M<sub>P</sub>= 20</b>		<b>X=660.0 Y=1192.5</b>							
50s=13,m=5		ok,ok	0.0	1.51	0.37	4d24 4+0 d24	0.81	0.064+2d10/15	L=90	0.63	0.55	0.55	14,33,33,31
			185.0	1.51	0.37	4d24 4+0 d24	0.23	0.054+2d10/25	L=190	0.63	0.91	0.91	24,33,33,31
	[b=1.0;1.0]		370.0	1.51	0.37	4d24 4+0 d24	0.90	0.054+2d10/15	L=90	0.63	0.55	0.55	17,33,33,31

Pilas.	%Af	r. snell.	V N/M	V N sis	V V/T	cls V	V/T acc
	3.62	0.73	0.97	0.21	0.89	1.00	

Pilas.	sovr. Xi	sovr. Xf	sovr. Yi	sovr. Yf	M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f	Luce per V	V M2-2	V M3-3
					kN m	kN m	kN m	kN m	cm	kN	kN
1	0.0	0.0	0.0	0.0	513.77	509.92	163.40	161.47	320.00	353.22	112.34
2	0.0	0.0	0.0	0.0	164.21	221.66	515.38	695.07	320.00	152.39	477.86
3	0.0	0.0	0.0	0.0	512.92	508.99	162.98	161.04	320.00	352.63	112.05
48	0.0	0.0	0.0	0.0	223.09	221.30	698.65	694.18	320.00	153.38	480.32
49	0.0	0.0	0.0	0.0	517.87	514.02	165.46	163.53	320.00	356.03	113.75
50	0.0	0.0	0.0	0.0	513.57	509.72	163.30	161.37	320.00	353.08	112.27
51	0.0	0.0	0.0	0.0	288.31	287.07	451.27	450.25	320.00	198.21	310.25
52	0.0	0.0	0.0	0.0	130.14	129.91	130.14	129.91	320.00	89.47	89.47
53	0.0	0.0	0.0	0.0	339.87	338.02	225.70	224.08	320.00	233.66	155.17
54	0.0	0.0	0.0	0.0	339.46	337.61	225.34	223.72	320.00	233.38	154.92
57	0.0	0.0	0.0	0.0	337.96	336.10	224.03	222.40	320.00	232.35	154.02
58	0.0	0.0	0.0	0.0	338.46	336.61	224.47	222.84	320.00	232.69	154.32
61	0.0	0.0	0.0	0.0	338.87	337.01	224.82	223.20	320.00	232.97	154.56
62	0.0	0.0	0.0	0.0	341.14	339.29	226.81	225.19	320.00	234.54	155.93
63	0.0	0.0	0.0	0.0	130.46	130.23	130.46	130.23	320.00	89.69	89.69
64	0.0	0.0	0.0	0.0	229.45	227.85	344.19	342.35	320.00	157.75	236.63

Pilas.	M 2-2 i	M 2-2 f	M 3-3 i	M 3-3 f	V M2-2	V M3-3
	517.87	514.02	698.65	695.07	356.03	480.32

Pilas.	nid	alfa	omega	V. 7.4.29	V. 7.4.29	V. 7.4.29	dmu_fi	dmu_fi	cmu_fi	cmu_fi	V. dut.	V. dut.
				2-2	3-3	Stato	2-2	3-3	2-2	3-3	2-2	3-3
1	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	6.1	3.4	0.57	1.11
	0.03	0.06	0.0	0.0	0.0	ok			6.2	3.5	0.56	1.10
2	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	3.4	6.1	1.01	0.63
	0.03	0.06	0.0	0.0	0.0	ok			10.5	6.1	0.33	0.63
3	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	6.1	3.4	0.56	1.11
	0.03	0.06	0.0	0.0	0.0	ok			6.2	3.5	0.56	1.09
48	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	10.1	6.0	0.34	0.63
	0.03	0.06	0.0	0.0	0.0	ok			10.6	6.1	0.33	0.63
49	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	6.0	3.4	0.57	1.13
	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok			6.1	3.4	0.57	1.11
50	0.04	0.06	0.0	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	6.1	3.4	0.57	1.11
	0.03	0.06	0.0	0.0	0.0	ok			6.2	3.5	0.56	1.09

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

51	0.06	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.2	3.7	0.82	1.05
	0.05	0.03	0.0	0.0	ok			4.3	3.7	0.81	1.03
52	0.13	0.04	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	3.8	3.8	0.92	1.02
	0.12	0.04	0.0	0.0	ok			3.8	3.8	0.91	1.01
53	0.04	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.3	5.4	0.80	0.71
	0.04	0.03	0.0	0.0	ok			4.4	5.6	0.79	0.69
54	0.04	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.4	5.4	0.79	0.71
	0.04	0.03	0.0	0.0	ok			4.4	5.6	0.78	0.68
57	0.04	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.4	5.6	0.79	0.69
	0.03	0.03	0.0	0.0	ok			4.5	5.8	0.78	0.66
58	0.04	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.4	5.5	0.79	0.69
	0.03	0.03	0.0	0.0	ok			4.4	5.7	0.78	0.67
61	0.04	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.4	5.5	0.79	0.70
	0.04	0.03	0.0	0.0	ok			4.4	5.7	0.78	0.67
62	0.05	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.3	5.2	0.80	0.73
	0.04	0.03	0.0	0.0	ok			4.4	5.4	0.79	0.71
63	0.14	0.04	0.0	0.04	ok	3.5	3.8	3.7	3.7	0.93	1.03
	0.13	0.04	0.0	3.94e-03	ok			3.7	3.7	0.92	1.02
64	0.05	0.03	0.0	0.0	ok	3.5	3.8	4.9	4.2	0.70	0.91
	0.05	0.03	0.0	0.0	ok			5.1	4.3	0.68	0.89
			<b>2-2</b>	<b>3-3</b>						<b>2-2</b>	<b>3-3</b>
			0.0	0.04						1.01	1.13

Nodo	Conf.	Stato	Pilas.	Diam st	Passo	n. br. 2	Bj2	Hjc2	n. br. 3	Bj3	Hjc3	V. 7.4.8	V. Ash	7.4.10Rif.	cmb
				mm	cm		cm	cm		cm	cm				
5	NO	ok	57	10	8.0	2	47.5	21.6	2	35.0	36.6	0.7	1.0	NO	5,5
7	NO	ok	58	10	8.0	2	47.5	21.6	2	35.0	36.6	0.7	1.0	NO	5,5
13	NO	ok	61	10	8.0	2	47.5	21.6	2	35.0	36.6	0.7	1.0	NO	5,5
15	NO	ok	62	10	8.0	2	47.5	21.6	2	35.0	36.6	0.8	1.0	NO	5,5
17	NO	ok	63	10	12.5	2	30.0	22.0	2	30.0	22.0	0.8	1.0	NO	21,5
19	NO	ok	64	10	8.0	2	60.0	36.6	2	47.5	21.6	0.8	1.0	NO	21,21
21	NO	ok	1	10	12.5	4	45.0	16.6	2	30.0	66.6	0.7	1.0	NO	5,21
23	NO	ok	2	10	12.5	2	30.0	66.6	4	45.0	16.6	0.8	1.0	NO	21,5
25	NO	ok	3	10	12.5	4	45.0	16.6	2	30.0	66.6	0.7	1.0	NO	5,21
27	NO	ok	48	10	12.5	2	30.0	66.6	4	45.0	16.6	0.9	1.0	NO	21,5
29	NO	ok	49	10	12.5	4	45.0	16.6	2	30.0	66.6	0.7	1.0	NO	5,21
31	NO	ok	50	10	12.5	4	45.0	16.6	2	30.0	66.6	0.7	1.0	NO	5,21
33	NO	ok	51	10	8.0	2	60.0	36.6	2	47.5	21.6	0.8	1.0	NO	21,21
35	NO	ok	52	10	12.5	2	30.0	22.0	2	30.0	22.0	0.8	1.0	NO	21,5
37	NO	ok	53	10	8.0	2	47.5	21.6	2	35.0	36.6	0.8	1.0	NO	5,5
39	NO	ok	54	10	8.0	2	47.5	21.6	2	35.0	36.6	0.7	1.0	NO	5,5

Nodo	Passo	V. 7.4.8	V. Ash
	8.00		
		0.91	0.97

Trave	Note	Pos. cm	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	M_T= 1 x/d	Z=0.0 V N/M	P=1 V V/T cls	P=12 V V/T acc	Staffe Rif. cmb L=cm
4	ok,ok s=16,m=5	0.0 445.0 890.0	0.92 0.41 0.62	8.3 8.3 12.3	18.3 8.3 10.3	0.0 0.0 0.0	0.20 0.13 0.16	0.99 0.25 0.93	0.24 0.20 0.20	0.22 0.24 0.16	2d8/10 L=50 31,17,36 2d8/15 L=732 31,17,36 2d8/10 L=50 31,17,36
12	ok,ok s=16,m=5	0.0 275.0 550.0	0.72 0.41 0.62	8.3 8.3 12.3	14.3 8.3 10.3	0.0 0.0 0.0	0.17 0.13 0.16	0.92 0.10 0.97	0.36 0.33 0.31	0.27 0.35 0.20	2d8/10 L=50 31,10,36 2d8/15 L=417 30,10,36 2d8/10 L=50 30,10,36
5	ok,ok s=16,m=5	0.0 360.0 720.0	0.47 0.41 0.41	8.3 8.3 8.3	9.4 8.3 8.3	4.0 4.0 4.0	0.14 0.13 0.13	0.91 0.11 0.81	0.31 0.28 0.31	0.80 0.86 0.79	2d8/10 L=50 15,30,31 2d8/12 L=590 14,30,31 2d8/10 L=50 14,30,31
6	ok,ok s=16,m=5	0.0 472.5 945.0	0.92 0.41 0.79	12.3 8.3 12.3	18.3 8.3 15.7	0.0 0.0 0.0	0.19 0.13 0.17	0.91 0.20 0.97	0.25 0.20 0.24	0.21 0.23 0.20	2d8/10 L=50 30,14,36 2d8/15 L=790 31,14,36 2d8/10 L=50 30,14,36
7	ok,ok s=16,m=5	0.0 360.0	0.63 0.41	8.3 8.3	12.6 8.3	0.0 0.0	0.16 0.13	0.98 0.21	0.26 0.23	0.20 0.23	2d8/10 L=50 17,21,36 2d8/15 L=562 17,21,36

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

18	ok,ok	720.0	0.47	9.4	9.4	0.0	0.14	0.90	0.24	0.17	2d8/10 L=50	17,21,36
	s=16,m=5	0.0	0.47	8.3	9.4	0.0	0.14	0.93	0.19	0.17	2d8/10 L=50	20,8,36
		327.5	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.09	0.15	0.20	2d8/15 L=520	2,8,36
		655.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.95	0.18	0.17	2d8/10 L=50	17,8,36
16	ok,ok	0.0	0.47	8.3	9.4	0.0	0.14	0.91	0.19	0.18	2d8/10 L=50	20,11,36
	s=16,m=5	302.5	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.08	0.16	0.21	2d8/15 L=470	2,11,36
		605.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.96	0.18	0.17	2d8/10 L=50	17,11,36
13	ok,ok	0.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.97	0.20	0.17	2d8/10 L=50	20,11,36
	s=16,m=5	330.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.13	0.18	0.20	2d8/15 L=527	20,11,36
		660.0	0.52	8.3	10.3	0.0	0.15	0.93	0.21	0.18	2d8/10 L=50	17,11,36
<b>M_T= 5      Z=0.0      P=9      P=20</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
8	ok,ok	0.0	0.62	12.3	12.3	0.0	0.16	0.86	0.31	0.23	2d8/10 L=50	26,15,36
	s=16,m=5	275.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.09	0.30	0.32	2d8/15 L=417	21,15,36
		550.0	0.62	9.4	12.3	0.0	0.16	0.93	0.32	0.25	2d8/10 L=50	26,15,36
14	ok,ok	0.0	0.52	9.4	10.3	0.0	0.15	0.98	0.19	0.16	2d8/10 L=50	24,11,36
	s=16,m=5	472.5	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.26	0.16	0.19	2d8/15 L=787	26,8,36
		945.0	0.79	9.4	15.7	0.0	0.18	0.92	0.21	0.19	2d8/10 L=50	21,11,36
<b>M_T= 6      Z=0.0      P=9      P=10</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
9	ok,ok	0.0	0.47	9.4	8.3	0.0	0.14	0.91	0.26	0.18	2d8/10 L=50	10,26,36
	s=16,m=5	305.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.18	0.26	0.27	2d8/15 L=455	11,26,36
		610.0	0.62	8.3	12.3	0.0	0.16	0.95	0.29	0.22	2d8/10 L=50	10,26,36
<b>M_T= 7      Z=0.0      P=5      P=10</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
10	ok,ok	0.0	0.92	10.3	18.3	0.0	0.20	0.98	0.26	0.23	2d8/10 L=50	21,17,36
	s=16,m=5	445.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.19	0.21	0.26	2d8/15 L=735	21,17,36
		890.0	0.72	14.3	14.3	0.0	0.16	0.92	0.22	0.19	2d8/10 L=50	21,17,36
<b>M_T= 8      Z=0.0      P=1      P=5</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
11	ok,ok	0.0	0.52	8.3	10.3	0.0	0.15	0.95	0.20	0.18	2d8/10 L=50	11,10,36
	s=16,m=5	327.5	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.13	0.17	0.21	2d8/15 L=522	5,10,36
		655.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.97	0.19	0.17	2d8/10 L=50	10,10,36
19	ok,ok	0.0	0.47	8.3	9.4	0.0	0.14	0.90	0.19	0.18	2d8/10 L=50	8,11,36
	s=16,m=5	302.5	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.08	0.16	0.21	2d8/15 L=470	2,11,36
		605.0	0.47	8.3	9.4	0.0	0.14	0.87	0.19	0.18	2d8/10 L=50	5,11,36
17	ok,ok	0.0	0.47	8.3	9.4	0.0	0.14	0.90	0.20	0.17	2d8/10 L=50	8,31,36
	s=16,m=5	330.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.09	0.17	0.20	2d8/15 L=525	2,31,36
		660.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.97	0.20	0.17	2d8/10 L=50	5,31,36
15	ok,ok	0.0	0.47	8.3	9.4	0.0	0.14	0.91	0.19	0.18	2d8/10 L=50	8,31,36
	s=16,m=5	305.0	0.41	8.3	8.3	0.0	0.13	0.12	0.16	0.22	2d8/15 L=477	8,31,36
		610.0	0.52	8.3	10.3	0.0	0.15	0.97	0.19	0.19	2d8/10 L=50	8,31,36
<b>M_T= 13      Z=370.0      P=1      P=5</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
32	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.97	0.71	0.69	2d10/5 L=70	8,2,2
	s=17,m=5	327.5	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.68	0.19	0.39	2d10/10 L=482	2,24,24
		655.0	0.63	6.3	9.4	6.3	0.16	0.95	0.56	0.90	2d10/8 L=70	10,2,2
46	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.93	0.60	0.94	2d10/8 L=60	8,2,2
	s=17,m=5	302.5	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.38	0.12	0.34	2d10/12 L=450	2,11,11
		605.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.84	0.58	0.91	2d10/8 L=60	10,2,2
44	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.94	0.58	0.93	2d10/8 L=110	8,2,2
	s=17,m=5	330.0	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.55	0.16	0.42	2d10/12 L=405	2,30,30
		660.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.87	0.70	0.69	2d10/5 L=110	10,2,2
40	ok,ok	0.0	0.84	6.3	12.6	12.6	0.20	0.76	0.66	0.65	2d10/5 L=60	8,2,2
	s=17,m=5	305.0	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.58	0.21	0.45	2d10/10 L=457	2,30,30
		610.0	0.63	9.4	9.4	6.3	0.16	0.89	0.55	0.88	2d10/8 L=60	5,31,31
<b>M_T= 14      Z=370.0      P=1      P=12</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
33	ok,ok	0.0	1.05	8.3	15.7	0.0	0.21	0.90	0.39	0.24	2d8/10 L=50	30,20,36
	s=17,m=5	445.0	0.42	6.3	6.3	0.0	0.14	0.65	0.26	0.23	2d8/20 L=732	31,20,36
		890.0	0.82	6.3	12.3	0.0	0.19	0.88	0.38	0.23	2d8/10 L=50	31,20,36
41	ok,ok	0.0	0.55	6.3	8.3	8.0	0.15	0.98	0.40	0.63	2d8/5 L=50	36,6,10
	s=17,m=5	275.0	0.42	6.3	6.3	8.0	0.14	0.06	0.36	0.90	2d8/8 L=417	2,6,10
		550.0	0.63	6.3	9.4	8.0	0.16	0.89	0.40	0.64	2d8/5 L=50	31,6,10
<b>M_T= 15      Z=370.0      P=11      P=12</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb
34	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.94	0.72	0.71	2d10/5 L=50	15,30,30
	s=17,m=5	360.0	0.63	9.4	6.3	6.3	0.16	0.79	0.22	0.36	2d10/8 L=590	2,31,31
		720.0	0.42	6.3	6.3	12.6	0.14	0.91	0.72	0.71	2d10/5 L=50	14,31,31
<b>M_T= 16      Z=370.0      P=11      P=16</b>												
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

35	ok,ok	0.0	1.05	8.3	15.7	0.0	0.21	0.94	0.36	0.25	2d8/10 L=50	30,15,36	
	s=17,m=5	472.5	0.42	6.3	6.3	0.0	0.14	0.82	0.23	0.24	2d8/20 L=790	2,15,36	
		945.0	0.82	8.3	12.3	0.0	0.18	0.91	0.35	0.23	2d8/10 L=50	31,15,36	
				<b>M<sub>T</sub>= 17</b>				<b>Z=370.0</b>	<b>P=16</b>	<b>P=20</b>			
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
36	ok,ok	0.0	0.84	9.4	12.6	12.6	0.18	0.85	0.70	0.70	2d10/5 L=120	20,32,32	
	s=17,m=5	360.0	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.71	0.23	0.48	2d10/10 L=422	2,29,29	
		720.0	0.84	6.3	12.6	12.6	0.20	0.83	0.75	0.75	2d10/5 L=120	17,2,2	
47	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.79	0.64	0.64	2d10/5 L=50	15,2,2	
	s=17,m=5	327.5	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.51	0.12	0.25	2d10/10 L=520	2,5,5	
		655.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.87	0.64	0.64	2d10/5 L=50	17,2,2	
45	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.78	0.59	0.93	2d10/8 L=60	15,2,2	
	s=17,m=5	302.5	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.39	0.12	0.33	2d10/12 L=450	2,10,10	
		605.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.89	0.60	0.95	2d10/8 L=60	17,2,2	
42	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.91	0.64	0.64	2d10/5 L=110	15,2,2	
	s=17,m=5	330.0	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.71	0.16	0.41	2d10/12 L=407	2,30,30	
		660.0	0.63	6.3	9.4	12.6	0.16	0.92	0.66	0.65	2d10/5 L=110	17,2,2	
				<b>M<sub>T</sub>= 18</b>				<b>Z=370.0</b>	<b>P=9</b>	<b>P=20</b>			
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
37	ok,ok	0.0	0.63	6.3	9.4	4.0	0.16	0.90	0.38	0.97	2d8/8 L=50	26,9,15	
	s=17,m=5	275.0	0.42	6.3	6.3	4.0	0.14	0.03	0.34	0.84	2d8/8 L=417	2,15,15	
		550.0	0.55	6.3	8.3	4.0	0.15	0.91	0.37	0.95	2d8/8 L=50	21,15,15	
43	ok,ok	0.0	0.82	6.3	12.3	0.0	0.19	0.97	0.38	0.23	2d8/10 L=50	26,5,36	
	s=17,m=5	472.5	0.42	6.3	6.3	0.0	0.14	0.73	0.25	0.21	2d8/20 L=787	2,5,36	
		945.0	0.95	8.3	14.3	0.0	0.20	0.87	0.38	0.23	2d8/10 L=50	21,5,36	
				<b>M<sub>T</sub>= 19</b>				<b>Z=370.0</b>	<b>P=9</b>	<b>P=10</b>			
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
38	ok,ok	0.0	0.42	6.3	6.3	12.6	0.14	0.81	0.66	0.65	2d10/5 L=100	15,2,2	
	s=17,m=5	305.0	0.42	6.3	6.3	6.3	0.14	0.70	0.21	0.55	2d10/12 L=355	11,26,26	
		610.0	0.84	6.3	12.6	6.3	0.20	0.79	0.52	0.85	2d10/8 L=100	7,27,27	
				<b>M<sub>T</sub>= 20</b>				<b>Z=370.0</b>	<b>P=5</b>	<b>P=10</b>			
Trave	Note	Pos.	%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc	Staffe	Rif. cmb	
39	ok,ok	0.0	1.05	8.3	15.7	0.0	0.21	0.91	0.34	0.25	2d8/10 L=50	24,17,36	
	s=17,m=5	445.0	0.42	6.3	6.3	0.0	0.14	0.70	0.22	0.25	2d8/20 L=735	2,17,36	
		890.0	0.69	8.3	10.3	0.0	0.16	0.97	0.32	0.22	2d8/10 L=50	21,17,36	
Trave			%Af	Af inf.	Af. sup	Af long.	x/d	V N/M	V V/T cls	V V/T acc			
			1.05	14.32	18.34	12.57	0.21	0.99	0.75	0.97			

Trave	M negativo	iM positivo	iM negativo	fM positivo	fLuce per V	V M-i	M+f	V M+i	M-f	VEd,min	VEd,max	Vr1	As
	kN m	kN m	kN m	kN m	cm		kN		kN	kN	kN	kN	cm2
4	283.00	135.37	165.15	194.87	832.50	63.14	39.71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	152.10	135.31	135.31	135.31	690.00	45.82	43.14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	283.35	194.81	244.79	194.85	890.00	59.10	54.33	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	198.63	135.36	152.11	152.11	662.50	58.24	47.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	194.86	194.86	194.87	152.14	517.50	73.76	82.84	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
9	135.31	152.10	194.91	135.39	555.00	53.65	68.78	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	283.18	165.07	224.43	224.43	835.00	66.87	51.31	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	165.17	135.33	135.31	135.31	622.50	53.10	47.82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	224.47	135.41	165.15	194.87	517.50	89.14	63.89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	135.31	135.31	165.17	135.33	627.50	47.44	52.67	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	165.13	152.08	244.75	152.13	887.50	39.32	49.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	152.10	135.31	165.17	135.33	577.50	54.75	57.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	152.10	135.31	135.31	135.31	570.00	55.46	52.22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	152.10	135.31	135.31	135.31	625.00	50.58	47.63	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
18	152.10	135.31	135.31	135.31	620.00	50.99	48.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19	152.10	135.31	152.10	135.31	570.00	55.46	55.46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
32	147.93	101.97	147.93	101.97	622.50	44.16	44.16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	240.56	132.13	191.28	102.47	832.50	45.33	42.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	147.93	101.97	101.94	101.94	690.00	39.84	32.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	240.56	132.13	191.37	132.21	890.00	46.07	39.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	193.49	147.83	193.40	102.09	662.50	49.08	56.66	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	148.94	102.45	132.23	102.43	517.50	53.43	49.88	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	101.94	101.94	193.40	102.09	555.00	40.44	58.54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39	240.56	132.13	161.87	132.21	835.00	49.11	38.73	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
40	193.40	102.09	147.92	147.92	577.50	65.01	47.62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	132.23	102.43	148.94	102.45	517.50	49.88	53.43	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
42	147.93	101.97	147.93	101.97	627.50	43.81	43.81	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	191.28	102.47	220.65	132.19	887.50	40.09	40.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
44	147.93	101.97	147.93	101.97	625.00	43.98	43.98	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	147.93	101.97	147.93	101.97	570.00	48.23	48.23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI RICCI VIROLI

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022												
46	147.93	101.97	147.93	101.97	570.00	48.23	48.23	0.0	0.0	0.0	0.0	
47	147.93	101.97	147.93	101.97	620.00	44.34	44.34	0.0	0.0	0.0	0.0	
<b>TraveM negativo iM positivo iM negativo fM positivo f</b>					<b>V M-i M+f</b>		<b>V M+i M-f</b>		<b>VEd,min</b>	<b>VEd,max</b>	<b>Vr1</b>	<b>As</b>
	283.35	194.86	244.79	224.43		89.14	82.84	0.0	0.0	0.0	0.0	

**VERIFICHE SLE**

In tabella vengono riportati i valori di interesse per il controllo degli stati limite d'esercizio. In particolare vengono riportati, in relazione al tipo di elemento strutturale, i risultati relativi alle tre categorie di combinazione considerate:

- Combinazioni rare
- Combinazioni frequenti
- Combinazioni quasi permanenti.

I valori di interesse sono i seguenti:

<b>rRfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni rare	[normalizzato a 1]
<b>rRfyk</b>	rapporto tra la massima tensione nell'acciaio e la tensione fyk in combinazioni rare	[normalizzato a 1]
<b>rPfck</b>	rapporto tra la massima compressione nel calcestruzzo e la tensione fck in combinazioni quasi permanenti	[normalizzato a 1]
<b>wR</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni rare	[mm]
<b>wF</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni frequenti	[mm]
<b>wP</b>	apertura caratteristica delle fessure in combinazioni quasi permanenti	[mm]
<b>dR</b>	massima deformazione in combinazioni rare	
<b>dF</b>	massima deformazione in combinazioni frequenti	
<b>dP</b>	massima deformazione in combinazioni quasi permanenti	

Per ognuno dei nove valori soprariportati viene indicata (Rif.cmb) la combinazione in cui si è verificato.

In relazione al tipo di elemento strutturale i valori sono selezionati nel modo seguente:

pilastr	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	per sezioni significative
travi	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	per sezioni significative
	<b>wR</b>	<b>wF</b>	<b>wP</b>	per sezioni significative
	<b>dR</b>	<b>dF</b>	<b>dP</b>	massimi in campata
setti e gusci	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	massimi nei nodi dell'elemento
	<b>wR</b>	<b>wF</b>	<b>wP</b>	massimi nei nodi dell'elemento

Si precisa che i valori di massima deformazione per travi sono riferiti al piano verticale (piano locale 1-2 con momenti flettenti 3-3).

Pilas.	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb	Pos. cm	rRfck	rRfyk	rPfck	Rif. cmb
1	0.0	0.21	0.13	0.25	38,38,41	185.0	0.08	0.05	0.08	38,38,41
	370.0	0.41	0.36	0.42	38,38,41					

**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**

11/10/2022

2	0.0	0.19	0.12	0.22	38,38,41	185.0	0.16	0.09	0.17	38,38,41			
...													
64	370.0	0.11	0.07	0.10	38,38,41	185.0	0.08	0.06	0.08	38,38,41			
<b>Pilas.</b>		<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>			<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>				
		0.77	0.73	0.85									
<b>Trave</b>	<b>Pos.</b>	<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>	<b>Rif. cmb</b>	<b>wR</b>	<b>wF</b>	<b>wP</b>	<b>Rif. cmb</b>	<b>dR</b>	<b>dF</b>	<b>dP</b>	<b>Rif. cmb</b>
	cm					mm	mm	mm		mm	mm	mm	
4	0.0	0.11	0.16	0.15	38,38,41	0.0	0.0	0.0	0,0,0	-1.53	-1.30	-1.30	38,40,41
	445.0	0.07	0.17	0.09	37,38,41	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
	890.0	0.06	0.13	0.08	37,38,41	0.0	0.0	0.0	0,0,0				
...													
47	655.0	0.32	0.47	0.33	38,38,41	0.16	0.15	0.14	38,40,41	-2.87	-1.64	-1.56	38,40,41
<b>Trave</b>		<b>rRfck</b>	<b>rRfyk</b>	<b>rPfck</b>		<b>wR</b>	<b>wF</b>	<b>wP</b>		<b>dR</b>	<b>dF</b>	<b>dP</b>	
		0.42	0.68	0.44		0.28	0.27	0.26		-18.94	-17.95	-16.60	
										1.25	1.05	1.00	

**CONCLUSIONI**

Esaminando i risultati precedentemente elencati si può riassumere che:

- Come indice di rischio del fabbricato a seguito dell'intervento passa a  $\zeta_E (PGA_C/PGA_D) = 0.620 > 0.6$ .
- Come indice di rischio del fabbricato ai carichi verticali si ha  $\zeta_{v,i} > 1$ .

## **2.2 VERIFICHE LOCALI**

Come già ampiamente descritto di seguito si vanno a riportare le verifiche ai carichi verticali dei elementi esistenti, quali travi e tegoli di piano e copertura eseguite in fase di verifiche preliminari da AIRE5 Ingegneria.

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2).**  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO"			
Trave tipo SI 800			
Travi di solaio: 33-35;43-45;65-67;75-77;91-93;99-101		Rm cls	350,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 86x50		Rm acciaio	4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. Intermedio	Lct Ltot= 7,52 m	3,76 m
Area sezione geometrica		Ag	0,36 m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	Afi	10,04 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio intermedio	Afs	13,26 cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio estremo			4ø8/30cm
Ferri piegati in appoggio intermedio per L=1.0m			2ø18+2ø18
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m			2ø14
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00 m
Spessore pareti portanti		sp	0,22 m
Altezza pareti portanti		hp	3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti		γp	1420,00 daN/mc
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	895	0	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00

Verifiche momento massimo	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
Sezione di appoggio intermedio	18318,80	19383,00	1,06	OK
Sezione di mezzeria	10302,49	14140,00	1,37	OK

Verifiche taglio massimo	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vrd	Vrd + Vrd (cls)	
Sezione di appoggio intermedio	14842,60	87000,00	29711,00	OK
Sezione di appoggio estremo	8905,56	85307,00	27325,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO"		Trave tipo SL 800	
Travi di solaio: 1-6;121-127;128-133		Rm cls	350,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 62x50		Rm acciaio	4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. Intermedio	Lct Ltot= 7,52 m	3,76 m
Area sezione geometrica		A <sub>g</sub>	0,27 mq
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	A <sub>fi</sub>	10,66 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio intermedio	A <sub>fs</sub>	8,29 cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio estremo			4φ8/30cm
Ferri piegati in appoggio intermedio per L=1.0m			2φ16+1φ16
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m			1φ16
Luce di calcolo elemento solaio		L <sub>cs</sub>	9,00 m
Spessore pareti portanti		sp	0,22 m
Altezza pareti portanti		hp	3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti		γ <sub>p</sub>	1420,00 daN/mc
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	1,05	1,50	0,00

Verifiche momento massimo	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	M <sub>d</sub>	M <sub>rd</sub>	μ = M <sub>rd</sub> /M <sub>d</sub>	
Sezione di appoggio intermedio	14117,28	14702,00	1,04	OK
Sezione di mezzeria	9924,45	16740,00	1,69	OK

Verifiche taglio massimo	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	V <sub>d</sub>	V <sub>rdc</sub>	V <sub>red</sub> + V <sub>rd</sub> (cls)	
Sezione di appoggio intermedio	23466,23	70664,00	26300,00	OK
Sezione di appoggio estremo	14079,74	69635,00	22023,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO"		Trave tipo <b>SL 720</b>	
Travi di solaio : 29-33;62-65;87-91;77-80;101-105;118-121;133-137	Rm dis	350,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 62x50	Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. Intermedio	Lct Ltot= 6,70m	3,35 m
Area sezione geometrica	Ag	0,27	m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	Afi	10,98 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio Intermedio	Afs	15,74
Staffe in appoggio estremo		4φ8/30cm	
Ferri piegati in appoggio intermedio per L=1.0m		2φ16+1φ16	
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m		1φ16	
Luce di calcolo elemento solaio	Lcs	9,00	m
Spessore pareti portanti	sp	0,22	m
Altezza pareti portanti	hp	3,30	m
Peso specifico materiale pareti portanti	γP	1420,00	daN/m <sup>3</sup>
Livello di conoscenza LC2	FC	1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Pesi permanenti portati [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Neve [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Manutenzione [daN/m <sup>2</sup> ]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,05	1,50	0,00

Verifiche momento massimo in mezzzeria	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	<b>Md</b>	<b>Mrd</b>	$\mu = Mrd/Md$	
Sezione di appoggio Intermedio	11206,37	12153,00	1,08	OK
Sezione di mezzzeria	7876,08	10460,00	1,33	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cis [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	<b>Vd</b>	<b>Vrcd</b>	<b>Vrsd + Vrd (cis)</b>	
Sezione di appoggio Intermedio	20907,41	70667,00	27079,00	OK
Sezione di appoggio estremo	12544,45	70084,00	22282,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

<b>SCUOLA "ARCOBALENO"</b>			
<b>Trave tipo SL 740</b>			
Travi di solaio : 6-11;35-39;39-43;67-71;71-75;93-96;96-99	Rm cls	350,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 62x50	Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. Intermedio	Lct Ltot= 7,52 m	3,76 m
Area sezione geometrica	A <sub>g</sub>	0,27	m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	A <sub>fi</sub>	10,98 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio Intermedio	A <sub>fs</sub>	15,74 cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio estremo		4φ8/30cm	
Ferri piegati in appoggio Intermedio per L=1.0m		2φ16+1φ16	
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m		1φ16	
Luce di calcolo elemento solaio	Lcs	9,00	m
Spessore pareti portanti	sp	0,22	m
Altezza pareti portanti	hp	3,30	m
Peso specifico materiale pareti portanti	γ <sub>p</sub>	1420,00	daN/mc
Livello di conoscenza LC2	FC	1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Pesi permanenti portati [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Neve [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Manutenzione [daN/m <sup>2</sup> ]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,05	1,50	0,00

Verifiche momento massimo in mezzeria	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	M <sub>d</sub>	M <sub>rd</sub>	μ = M <sub>rd</sub> /M <sub>d</sub>	
Sezione di appoggio Intermedio	14117,28	14702,00	1,04	OK
Sezione di mezzeria	9924,45	10460,00	1,05	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	V <sub>d</sub>	V <sub>rd,cls</sub>	V <sub>rd,acc</sub> + V <sub>rd,cls</sub>	
Sezione di appoggio Intermedio	23466,23	70667,00	27079,00	OK
Sezione di appoggio estremo	11224,49	70084,00	22282,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2).**

30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO"			
Trave tipo Cordoli solaio			
Travi di solaio:1-33;22-42;29-62;35-67;43-75;49-80;65-91;77-101;87-118;99-128;105-137	Rm cls		350,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 40x50	Rm acciaio		4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	Lct		9,00 m
Area sezione geometrica	Aq		0,20 m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore	Afi		16,46 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	Afs		3,83 cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio			4φ8/30cm
Ferri piegati in appoggio per L=1.0m			2φ18
Luce di calcolo elemento solaio	Lcs		0,00 m
Spessore pareti portanti	sp		0,22 m
Altezza pareti portanti	hp		3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti	γc		1420,00 daN/m <sup>3</sup>
Livello di conoscenza LC2	FC		1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Pesi permanenti portati [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Neve [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Manutenzione [daN/m <sup>2</sup> ]
Livello 1 solaio	0	0	500	1031	0	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00

Verifiche momento massimo in mezzeria	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
	22238,35	22393,00	1,01	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vr <sub>cls</sub>	Vr <sub>sd</sub> + Vr <sub>d</sub> (cls)	
	9883,71	57095,00	26838,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2).**

30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO" Trave tipo CI 800				
Travi di copertura: 1-5; 2-6; 3-7; 4-8; 11-15; 12-16; 13-17; 14-18	Rm cis		350,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 86x50	Rm acciaio		4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	Lct		7,32	m
Area sezione geometrica	Ag		0,36	m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore	Ati		46,09	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	Ats		18,10	cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio			4ø8/30cm	
Ferri piegati in appoggio per L=1.0m			2ø18+2ø24	
Luce di calcolo elemento solaio	Lcs		9,00	m
Spessore pareti portanti	sp		0,22	m
Altezza pareti portanti	hp		3,30	m
Peso specifico materiale pareti portanti	γp		1420,00	daN/mc
Livello di conoscenza LC2	FC		1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello copertura	250	100	895	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	0,75	1,50	0,00

Verifiche momento massimo in mezz'era	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
	47276,42	60080,00	1,27	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cis [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vr <sub>cd</sub>	Vr <sub>sd</sub> + Vr <sub>d</sub> (cis)	
	32686,00	87131,00	35100,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

<b>SCUOLA "ARCOBALENO"</b>				
<b>Trave tipo SL 880</b>				
Travi di solaio : 16-22		Rm cls	350,00	daN/cmq
Sezione 62x50		Rm acciaio	4400,00	daN/cmq
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. intermedio	Lct Ltot= 8,30 m	4,15	m
Area sezione geometrica		Aq	0,27	mq
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	Afi	7,89	cmq
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio intermedio	Afs	10,18	
Staffe in appoggio estremo			4φ8/30cm	
Ferri piegati in appoggio intermedio per L=1.0m			1φ18+1φ18	
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m			2φ18	
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00	m
Spessore pareti portanti		sp	0,22	m
Altezza pareti portanti		hp	3,30	m
Peso specifico materiale pareti portanti		γp	1420,00	daN/mc
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,05	1,50	0,00

Verifiche momento massimo in mezzeria	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
Sezione di appoggio intermedio	13758,20	14687,00	1,07	OK
Sezione di mezzeria	10748,59	10903,00	1,01	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vrcd	Vred + Vrd (cls)	
Sezione di appoggio intermedio	25900,23	69802,00	27769,00	OK
Sezione di appoggio estremo	15540,14	70009,00	18485,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2).**

30-08-2021

<b>SCUOLA "ARCOBALENO"</b>			
Trave tipo <b>SL 900</b>			
Travi di solaio : 11-16	Rm cis		350,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 62x50	Rm acciaio		4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. Intermedio	Lct Ltot= 8,30 m	4,15 m
Area sezione geometrica	Aq		0,27 mq
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	Afi	7,89 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio Intermedio	Afs	10,18
Staffe in appoggio estremo			4φ8/30cm
Ferri piegati in appoggio intermedio per L=1.0m			1φ18+1φ18
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m			2φ18
Luce di calcolo elemento solaio	Lcs		9,00 m
Spessore pareti portanti	sp		0,22 m
Altezza pareti portanti	hp		3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti	γp		1420,00 daN/m <sup>3</sup>
Livello di conoscenza LC2	FC		1,20

Carichi unitari	Peel strutturali [daN/mq]	Peel permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,05	1,50	0,00

Verifiche momento massimo in mezzeria	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
Sezione di appoggio intermedio	13758,20	14687,00	1,07	OK
Sezione di mezzeria	10748,59	10903,00	1,01	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cis [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vrcd	Vred + Vrd (cis)	
Sezione di appoggio intermedio	25900,23	69802,00	27769,00	OK
Sezione di appoggio estremo	15540,14	70009,00	18485,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2).**

30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO"		Trave tipo SL 720	
Travi di solaio : 45-49		Rm cis	350,00 daN/cmq
Sezione 52x50-Sezione 86x50		Rm acciaio	4400,00 daN/cmq
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. intermedio	Lct Ltot= 6,70m	3,35 m
Area sezione geometrica sez. 62x50		Ag	0,27 mq
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	Afi	6,66 cmq
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.appoggio intermedio	Afs	15,27
Staffe in appoggio estremo			4ø8/30cm
Ferri piegati in appoggio intermedio per L=1.0m			2ø18+2ø18
Ferri piegati in appoggio estremo per L=1.0m			1ø14
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00 m
Spessore pareti portanti		sp	0,22 m
Altezza pareti portanti		hp	3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti		γp	1420,00 daN/mc
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,05	1,50	0,00

Verifiche momento massimo in mezzeria	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
Sezione di appoggio intermedio	14007,97	21831,00	1,56	OK
Sezione di mezzeria	7878,08	8948,00	1,14	OK

Verifiche taglio massimo in appoggio	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente lato cis [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vrzd	Vrsd + Vrd (cis)	
Sezione di appoggio intermedio	20907,41	67450,00	26155,00	OK
Sezione di appoggio estremo	12544,45	68128,00	17485,00	OK

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO" Pilastro tipo A	Pilastro 1			
Pilastri corti d'angolo : 1;29;49;62;80;87;105;118;127;128;137		Rm cls	320,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 86X86		Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Area sezione geometrica		Ag	0,74	m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali	2φ14+2φ14	Afl	6,12	cm <sup>2</sup>
Staffe		st	φ8/20 cm	
Altezza pilastro		hp	0,90	m
Peso specifico c.a. pilastri		γp	2500,00	daN/m <sup>3</sup>
Luce di calcolo elemento trave		Lct	6,70	m
Area sezione geometrica trave	62x50	Atr	0,27	m <sup>2</sup>
Peso specifico c.a. trave		γt	2500,00	daN/m <sup>3</sup>
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00	m
Luce di calcolo elemento cordolo		Lcc	9,00	m
Area sezione geometrica cordolo	40x50	Ac	0,20	m <sup>2</sup>
Peso specifico c.a. cordolo		γc	2500,00	daN/m <sup>3</sup>
Spessore pareti portanti		sp	0,22	m
Altezza pareti portanti		hp	3,30	m
Peso specifico materiale pareti portanti		γm	1420,00	daN/m <sup>3</sup>
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Pesi permanenti portati [daN/m <sup>2</sup> ]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]		Peso proprio cordolo [daN/m]	Variabili Scuola [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Neve [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Manutenzione [daN/m <sup>2</sup> ]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031		0	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50		1,30	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	0	0		0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50		1,30	1,05	1,50	0,00
Filo cordoli	0	0	500	1031		500	0	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50		1,30	1,50	0,75	0,00

Verifiche pressoflessione retta	Sforzo Normale di calcolo [daN]	Momento di calcolo direzione x [daNm]	Momento di calcolo direzione y [daNm]
	Nd	Mdx	Mdy
Sezione livello 1	44999,67	5304,99	2965,11

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO"		Pilastro 13	
Pilastro tipo B			
Pilastri corti laterali : 3;6;9;11;13;16;19;22;31;37;39;41;47;64;69;71;73;76;89;94;96;98;103		Rm cls	320,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 86x86		Rm acciaio	4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Area sezione geometrica		Ag	0,74 mq
Area ferri longitudinali	2φ14+2φ14	Afl	6,12 cm <sup>2</sup>
Staffe		st	φ6/20 cm
Altezza pilastro		hp	0,90 m
Peso specifico c.a. pilastri		γp	2500,00 daN/m <sup>3</sup>
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. intermedio	Lct Ltot= 8,50 m	4,25 m
Area sezione geometrica trave	62x50	Atr	0,27 mq
Peso specifico c.a. trave		γt	2500,00 daN/m <sup>3</sup>
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00 m
Luce di calcolo elemento cordolo		Lcc	0,00 m
Area sezione geometrica cordolo	40x50	Ac	0,20 mq
Peso specifico c.a. cordolo		γc	2500,00 daN/m <sup>3</sup>
Spessore pareti portanti		sp	0,22 m
Altezza pareti portanti		hp	3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti		γm	1420,00 daN/m <sup>3</sup>
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Peso proprio cordolo [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	685	1031	0	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	1,30	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	685	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	1,30	1,05	1,50	0,00
Filo cordoli	0	0	0	0	0	0	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	1,30	1,50	0,75	0,00

Verifiche pressoflessione retta	Sforzo Normale di calcolo [daN]	Momento di calcolo direzione x [daNm]	Momento di calcolo direzione y [daNm]
	Nd	Mdx	Mdy
Sezione livello 1	55140,42	0,00	0,00

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO" Pilastro tipo C	Pilastro 34			
Pilastri corti intermedi : 34;44;66;76;92;100		Rm cls	320,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 86x86		Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Area sezione geometrica		Ag	0,74	m <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali	2φ14+2φ14	Afl	6,12	cm <sup>2</sup>
Staffe		st	φ8/20	cm
Altezza pilastro		hp	0,90	m
Peso specifico c.a. pilastri		γp	2500,00	daN/mc
Luce di calcolo elemento trave	trave su app. intermedio	Lct Ltot= 7,52 m	3,76	m
Area sezione geometrica trave	86X50	Atr	0,36	m <sup>2</sup>
Peso specifico c.a. trave		γt	2500,00	daN/mc
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00	m
Luce di calcolo elemento cordolo		Lcc	0,00	m
Area sezione geometrica cordolo	40x50	Ac	0,20	m <sup>2</sup>
Peso specifico c.a. cordolo		γc	2500,00	daN/mc
Spessore pareti portanti		sp	0,22	m
Altezza pareti portanti		hp	3,30	m
Peso specifico materiale pareti portanti		γm	1420,00	daN/mc
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso proprio trave [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	-	Peso proprio cordolo [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	895	0	-	0	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	-	1,30	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,50	-	1,30	1,05	1,50	0,00
Filo cordoli	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max mezzeria e taglio max agli appoggi	1,30	1,50	1,30	1,50	-	1,30	1,50	0,75	0,00

Verifiche pressoflessione retta	Sforzo Normale di calcolo [daN]	Momento di calcolo direzione x [daNm]	Momento di calcolo direzione y [daNm]
	Nd	Mdx	Mdy
Sezione livello 1	50384,30	0,00	0,00

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

SCUOLA "ARCOBALENO" Pilastro tipo D		Pilastro 67	
Pilastri lunghi : 33;35;43;45;65;67;75;77;91;93;99;101		Rm cls	320,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione 86x86-Sezione 38x38		Rm acciaio	4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Area sezione geometrica		Ag	0,14 mq
Area ferri longitudinali	2ϕ18+2ϕ18	Aff	10,16 cm <sup>2</sup>
Staffe		st	ϕ8/15 cm
Altezza pilastro		hp	3,30 m
Peso specifico c.a. pilastri		γp	2500,00 daN/m <sup>3</sup>
Luce di calcolo elemento trave SI 800	86x50	Lct'	3,76 m
Luce di calcolo elemento trave CI 800	86x50	Lct"	7,52 m
Luce di calcolo elemento trave SL 740	62x50	Lct'''	3,45 m
Area sezione geometrica trave	86x50	Atr'	0,36 mq
Area sezione geometrica trave	62x50	Atr''	0,27 mq
Peso specifico c.a. trave		γt	2500,00 daN/m <sup>3</sup>
Luce di calcolo elemento solaio		Lcs	9,00 m
Luce di calcolo elemento cordolo		Lcc	9,00 m
Area sezione geometrica cordolo	40x50	Ac	0,20 mq
Peso specifico c.a. cordolo		γc	2500,00 daN/m <sup>3</sup>
Spessore pareti portanti		sp	0,22 m
Altezza pareti portanti		hp	3,30 m
Peso specifico materiale pareti portanti		γm	1420,00 daN/m <sup>3</sup>
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Peso pr. trave 740 [daN/m]	Peso pr. trave 800 [daN/m]	Peso proprio compagno [daN/m]	Peso proprio cordolo [daN/m]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	165	685	895	1031	0	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,30	1,50	1,30	1,50	0,75	0,00
Livello 2 copertura	250	100	685	895	0	0	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,30	1,50	1,30	1,05	1,50	0,00
Filo cordoli	0	0	500	0	1031	500	0	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,30	1,30	1,50	1,30	1,50	0,75	0,00

Verifiche pressoflessione retta	Sforzo Normale di calcolo [daN]	Momento di calcolo direzione x [daNm]	Momento di calcolo direzione y [daNm]
	<b>Nd</b>	<b>Mdx</b>	<b>Mdy</b>
Sezione livello 2	29111,68	7190,47	0,00
Sezione livello 1	42700,57	4988,28	2965,11

**Arcobaleno - Verifica dei pilastri a carichi verticali ai sensi del DM 2008**

Gruppo pilastri

- A - Pilastri 1;29;49;62;80;87;105;118;127;128;137 Pilastro verificato 1
- B - Pilastri 3;6;9;11;13;16;19;22;31;37;39;41;47; Pilastro verificato 13
- 64;69;71;73;78;89;94;98;98;103
- C - Pilastri 34;44;66;76;92;100 Pilastro verificato 34
- D - Pilastri 33;35;43;45;65;67;75;77;81;93;99;101 Pilastro verificato 67

Si riportano, per semplicità, soltanto le verifiche a pressoflessione retta nelle direzioni x-y per le combinazioni che forniscono i coefficienti di sicurezza minimi, ed in particolare:

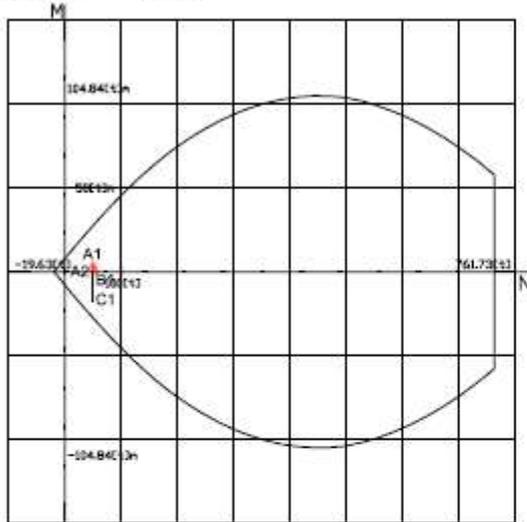
- sulle sezioni a livello 2 - testa pilastri 38x38
- sulle sezioni a livello 1 - testa pilastri 86x86

Materiali:

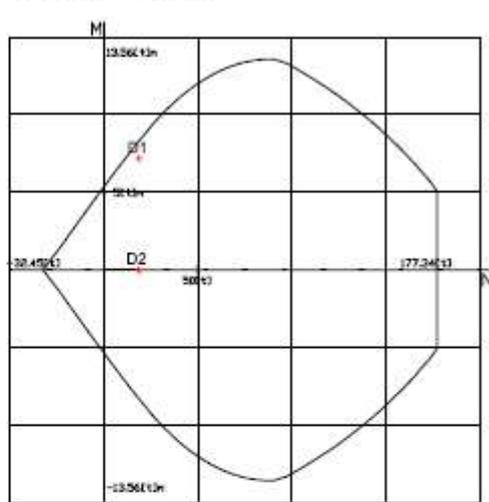
- ds - Rm = 320 [daN/cm<sup>2</sup>]
- acciaio - fyk = 4400 [daN/cm<sup>2</sup>]

Si omettono le verifiche a taglio dato il modesto valore del momento flettente agente sui pilastri; infatti i pilastri possono ritenersi verticali nel confronto delle azioni taglianti quando agiscono soltanto i carichi verticali.

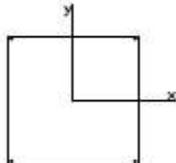
Domino di rottura  
Sez. 86x86 2014-2014



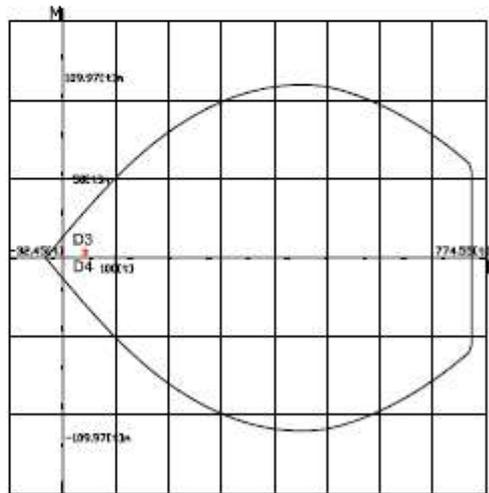
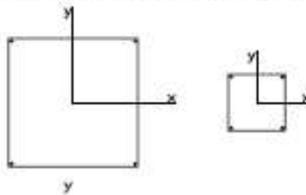
Domino di rottura  
Sez. 38x38 2019-2019



Domino di rottura :  
Sezione Pilastri corti 86x86 cm



Domino di rottura :  
Sezione Pilastri lunghi 86x86 cm = 38x38 cm



Sez. 86x86 2019-2019

	Verifica a pressoflessione retta	Nd [t]	Mdx [tm]	Nd [t]	Mdy [tm]
ipo A Pil 1					
barre longitudinali 4Ø14 staffe Ø6 / 20 cm	Sez.86x86 livello 1	50,000	A1 5,305	50,000	A2 2,985
ipo B Pil 13					
barre longitudinali 4Ø14 staffe Ø6 / 20 cm	Sez.86x86 livello 1	85,140	B1 0,000	85,140	0,000
ipo C Pil 34					
barre longitudinali 4Ø14 staffe Ø6 / 20 cm	Sez.86x86 livello 1	50,384	C1 0,000	50,384	0,000
ipo D Pil 67					
barre longitudinali 4Ø16 staffe Ø6 / 15 cm	Sez.38x38 livello 2	29,112	D1 7,180	29,112	D2 0,000
barre longitudinali 4Ø16 staffe Ø6 / 15 cm	Sez.86x86 livello 1	42,700	D3 4,988	42,700	D4 2,985

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

Coppelle 960 Scuole "Betulla, Chiocciola, Trottoia-Bruco e Arcobaleno"				
Livello 1 -solato-		Rm cls	200,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione T		Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Luce teorica		Lt	9,60	m
Luce di calcolo elemento		Lc	8,90	m
Larghezza complessiva ala		l	120,00	cm
Altezza totale elemento		H	50,00	cm
Altezza utile sezione		d	44,00	cm
Spessore soletta ala		sa	6,50	cm
Spessore anima		sa	10,00	cm
Altezza anima		ha	43,50	cm
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	Afl (1φ20+1φ20+1φ20)	9,42	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.mezzeria	Afs (2φ5)	0,40	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore per L= 1,00m	sez.appoggio	Afl (1φ20+1φ20+1φ8)	6,78	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore per L= 1,00m	sez.appoggio	Afs (2φ5+1φ20)	3,54	cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio			2φ3,5/15cm	
Ferri piegati in appoggio per L=1,00m			(1φ8+1φ20+1φ20)	
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20	

Carichi unitari	Peel strutturali [daN/mq]	Peel permanenti portati [daN/mq]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solato	250	165	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00

Verifiche momento massimo	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica	Verifica di deformabilità N.T.C. C4.1.2.2.2.		
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$		As tesa eff. [cm <sup>2</sup> ]	As tesa calc. [cm <sup>2</sup> ]	As comp. eff. [cm <sup>2</sup> ]
Sezione di mezzeria	12148,83	13480,00	1,11	OK	9,42	8,5	0,4
					$\rho$	$\rho'$	$\lambda_s(C4.1.13.9)$
					0,0078	0,0070	tab. C4.1.1
					$\lambda$	(C4.1.13.9)	
					17,8	12,78	

Verifiche taglio massimo	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente sez. priva di armature a taglio [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vrd	Vrcd	Vrad+Vrd (cls) C8.7.2.5	
Sezione di appoggio	5460,15	2600,61	12416,80	8568,17	OK

Coppelle 960	d [cm]	Asw st [cm <sup>2</sup> ]	Asw fp [cm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{st} = 90^\circ$	$\alpha_{fp} = 45^\circ$	$\theta = 45^\circ$	$\alpha_c = 1$	$f_{cd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
appoggio estremo	44,00	0,40	3,14	15,00	50,00	10,00	3188,41	31,36	
	Vrad st N.T.C. (4.1.18)	Vrad fp N.T.C. (4.1.18)	Vrcd N.T.C. (4.1.18)						
appoggio estremo	3366,96	11213,56	12416,80						

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

Coppelle 960 Scuole "Betulla, Chiocciola, Trottoia-Bruco e Arcobaleno"				
Livello 2 -copertura-		Rm cls	200,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione T		Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Luce teorica		Lt	9,60	m
Luce di calcolo elemento		Lc	8,90	m
Larghezza complessiva ala		l	120,00	cm
Altezza totale elemento		H	50,00	cm
Altezza utile sezione		d	44,00	cm
Spessore soletta ala		sa	6,50	cm
Spessore anima		sa	10,00	cm
Altezza anima		ha	43,50	cm
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzera	Afi (1 $\phi$ 20+1 $\phi$ 20+1 $\phi$ 20)	9,42	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.mezzera	Afs (2 $\phi$ 5)	0,40	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore per L= 1,00m	sez.appoggio	A'fi (1 $\phi$ 20+1 $\phi$ 20+1 $\phi$ 8)	6,78	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore per L= 1,00m	sez.appoggio	A'fs (2 $\phi$ 5+1 $\phi$ 20)	3,54	cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio			2 $\phi$ 3,5/15cm	
Ferri piegati in appoggio per L=1,00m			(1 $\phi$ 8+1 $\phi$ 20+1 $\phi$ 20)	
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20	

Carichi unitari	Peel strutturali [daN/mq]	Peel permanenti portati [daN/mq]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solaio	250	100	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00

Verifiche momento massimo	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica	Verifica di deformabilità N.T.C. C4.1.2.2.2.		
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$		As tesa eff. [cm <sup>2</sup> ]	As tesa calc. [cm <sup>2</sup> ]	As comp. eff. [cm <sup>2</sup> ]
Sezione di mezzera	6713,05	13480,00	2,01	OK	9,42	4,6	0,4
					$\rho$	$\rho'$	$\lambda_s(C4.1.13.9)$
Verifiche taglio massimo	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente sez. priva di armature a taglio [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica		
	Vd	Vrd	Vrcl	Vrsd+Vrd (cls) C8.7.2.5			
Sezione di appoggio	3017,10	2600,51	12416,80	8566,17	OK	0,0078	0,0038
						$\lambda$	(C4.1.13.9)
						17,8	24,50

Coppelle 960	d [cm]	Asw st [cm <sup>2</sup> ]	Asw fp [cm <sup>2</sup> ]	$\alpha_{cl} = 90^\circ$	$\alpha_{fp} = 45^\circ$	$\theta = 45^\circ$	$\alpha_{cc} = 1$	f <sub>cd</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]
				s st [cm]	s fp [cm]	bw [cm]	f <sub>yd</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	
appoggio estremo	44,00	0,40	3,14	15,00	50,00	10,00	3188,41	31,36
	Vrsd st N.T.C. (4.1.18)	Vrsd fp N.T.C. (4.1.18)	Vrcl N.T.C. (4.1.18)					
appoggio estremo	3366,96	11213,55	12416,80					

STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA BASSETTI e RICCI

Cor:

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

Coppelle 960 Scuola "Betulia, Chiocciola, Trottoia-Bruco e Arcobaleno"			
Livello 1-solai-		Rm cls	200,00 daN/cm <sup>2</sup>
Sezione TT		Rm acciaio	4400,00 daN/cm <sup>2</sup>
Luce teorica		Lt	9,60 m
Luce di calcolo elemento		Lc	8,90 m
Larghezza complessiva ala		l	240,00 cm
Altezza totale elemento		H	50,00 cm
Altezza utile sezione		d	44,00 cm
Spessore soletta ala		es	6,50 cm
Spessore anima		sa	10,00 cm
Altezza anima		ha	43,50 cm
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzeria	A <sub>fl</sub> (1φ20+1φ20+1φ20)X2	18,84 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.mezzeria	A <sub>fs</sub> (2φ5)X2	0,80 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore per L= 1,00m	sez.appoggio	A <sub>fl</sub> (1φ20+1φ20+1φ8)X2	13,56 cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore per L= 1,00m	sez.appoggio	A <sub>fs</sub> (2φ5+1φ20)X2	7,08 cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio			2φ3,5/15cm
Ferri piegati in appoggio per L=1,00m			(1φ8+1φ20+1φ20)X2
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/mq]	Pesi permanenti portati [daN/mq]	Variabili Scuola [daN/mq]	Variabili Neve [daN/mq]	Variabili Manutenzione [daN/mq]
Livello 1 solai	250	165	300	0	0
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00

Verifiche momento massimo	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	M <sub>d</sub>	M <sub>rd</sub>	μ = M <sub>rd</sub> /M <sub>d</sub>	
Sezione di mezzeria	24297,67	26960,00	1,11	OK

Verifiche taglio massimo	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente sez. priva di armature a taglio [daN]	Taglio resistente lato cls [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	V <sub>d</sub>	V <sub>rd</sub> N.T.C. (4.1.14)	V <sub>rd</sub>	V <sub>rd</sub> -V <sub>rd</sub> (cls) C6.7.2.5	
Sezione di appoggio	10920,30	5201,22	24833,60	17136,35	OK

Coppelle 960				α <sub>sl</sub> = 90°	α <sub>fp</sub> = 45°	θ = 45°	α <sub>c</sub> = 1	
	d [cm]	A <sub>sw st</sub> [cm <sup>2</sup> ]	A <sub>sw fp</sub> [cm <sup>2</sup> ]	s st [cm]	s fp [cm]	bw [cm]	f <sub>yd</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>cd</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]
appoggio estremo	44,00	0,80	6,28	15,00	50,00	20,00	3166,41	31,36
appoggio estremo	V <sub>rd st</sub> N.T.C. (4.1.18)	V <sub>rd fp</sub> N.T.C. (4.1.18)	V <sub>rd</sub> N.T.C. (4.1.19)					
	6733,91	22427,12	24833,60					

Progetto di ristrutturazione edilizia fabbricato residenziale plurifamiliare sito in Forlì, via Decio Raggi 185  
**ILLUSTRAZIONE SINTETICA DELI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE E RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE (2)**,  
 30-08-2021

Coppelle 960 scuole "Betulla, Chiocciola, Trottoia-Bruco e Arcobaleno"				
Livello 2 -copertura-		Rm dis	200,00	daN/cm <sup>2</sup>
Sezione TT		Rm acciaio	4400,00	daN/cm <sup>2</sup>
Luce teorica		Lt	9,60	m
Luce di calcolo elemento		Lc	8,90	m
Larghezza complessiva ala		l	240,00	cm
Altezza totale elemento		H	50,00	cm
Altezza utile sezione		d	44,00	cm
Spessore soletta ala		es	6,50	cm
Spessore anima		sa	10,00	cm
Altezza anima		ha	43,50	cm
Area ferri longitudinali di registro inferiore	sez.mezzera	Afi (1ø20+1ø20+1ø20)X2	18,84	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore	sez.mezzera	Afs (2ø5)X2	0,80	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro inferiore per L= 1,00m	sez.appoggio	Afi (1ø20+1ø20+1ø8)X2	13,56	cm <sup>2</sup>
Area ferri longitudinali di registro superiore per L= 1,00m	sez.appoggio	Afs (2ø5+1ø20)X2	7,08	cm <sup>2</sup>
Staffe in appoggio			2ø3,5/15cm	
Ferri piegati in appoggio per L=1,00m			(1ø8+1ø20+1ø20)X2	
Livello di conoscenza LC2		FC	1,20	

Carichi unitari	Pesi strutturali [daN/m <sup>2</sup> ]	Pesi permanenti portati [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Scuole [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Neve [daN/m <sup>2</sup> ]	Variabili Manutenzione [daN/m <sup>2</sup> ]
Livello 1 solato	250	100	0	120	50
Coefficienti S.L.U. - combinazione momento max e taglio max	1,30	1,50	1,50	0,75	0,00

Verifiche momento massimo	Momento di calcolo [daNm]	Momento resistente [daNm]	coefficiente di sicurezza	Stato verifica
	Md	Mrd	$\mu = Mrd/Md$	
Sezione di mezzera	13426,10	26960,00	2,01	OK

Verifiche taglio massimo	Taglio di Calcolo [daN]	Taglio resistente sez. priva di armature a taglio [daN]	Taglio resistente lato c/c [daN]	Taglio resistente lato acciaio [daN]	Stato di verifica
	Vd	Vrd N.T.C. (4.1.14)	Vrcd	Vred-Vrd (c/c) C8.7.2.5	
Sezione di appoggio	6034,20	5201,22	24833,60	17136,35	OK

Coppelle 960				$\alpha st = 90^\circ$	$\alpha tp = 45^\circ$	$\theta = 45^\circ$	$\alpha c = 1$	
	d [cm]	Asw st [cm <sup>2</sup> ]	Asw tp [cm <sup>2</sup> ]	s st [cm]	s tp [cm]	bw [cm]	f <sub>yd</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>cd</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]
appoggio estremo	44,00	0,80	6,28	15,00	50,00	20,00	3186,41	31,36
appoggio estremo	Vred st N.T.C. (4.1.18)	Vred tp N.T.C. (4.1.18)	Vrcd N.T.C. (4.1.19)					
	6733,91	22427,12	24833,60					

## Verifiche per carichi verticali pannelli portanti ai sensi del DM. 2008:

Pannello portante in conglomerato di argilla espansa

Peso specifico	Tensione di rottura
$\gamma_m = 1420 \text{ daN/mc}$	$R_m = 110 \text{ daN/cm}^2$

### Verifiche nelle ipotesi di Sforzo Normale Centrato

Tipo pannello standard finestrato 240

Verifiche si eseguono su :

Sez. A - sezione altezza finestre

Spessore	$s = 0.22 \text{ m}$
Larghezza	$L = 0.60 \text{ m}$
Altezza	$h = 3.30 \text{ m}$

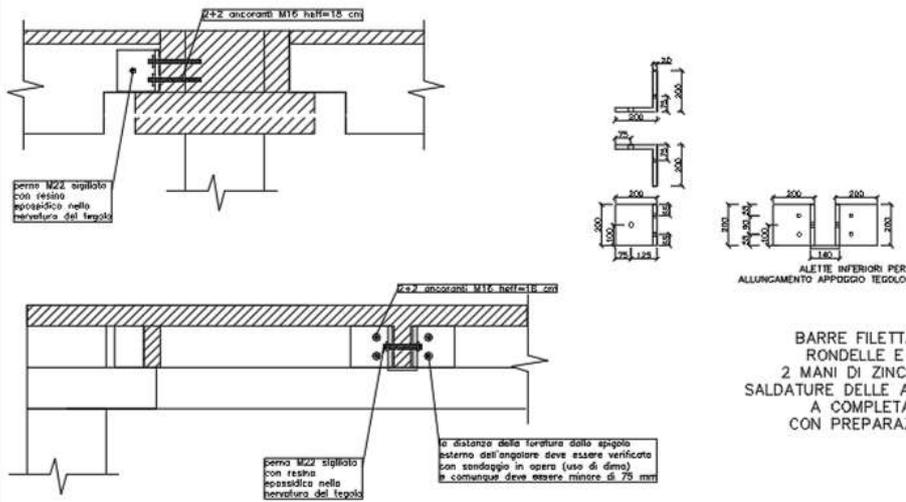
Area geom.	$A_g = 22 * 30 * 2 = 1320 \text{ cm}^2$
Sforzo Normale centrato di calcolo	$N_d = q_d * L = 6534,20 \text{ daN}$

Tensione di calcolo	$f_c = N_d / A_g = 4,95 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza di calcolo	$f_d = R_m / \gamma_M = 52 \text{ daN/cm}^2$

Condizione verifica:  $f_c < f_d$  OK

**VERIFICA COLLEGAMENTO TIPO 1**

COLLEGAMENTO TIPO 1 tegolo-trave



Per determinare le azioni sul nodo si prende in considerazione il taglio di piano e si va a ripartirlo ai vari elementi in base al numero degli stessi.

$$V_x = \text{Massa di piano} \cdot S_d = 303700 \text{ kg/g} \cdot 0.315g = 957 \text{ kN}$$

Considerando la presenza di n.91 vincoli dei tegoli TT, su ciascun fissaggio si ha quindi:

$$V_x = 10.6 \text{ kN}$$

Si riporta di seguito la verifica del collegamento con ancorante chimico:

Forza di trazione		Azione di taglio	
PN,s	1.61 %	PN,s	8.80 %
PN,pc	5.52 %	PN,cp	13.13 %
PN,c	6.65 %	PN,c	15.07 %
Interazione - Cedimento lato acciaio		0.80 %	
Interazione - Escluso il cedimento lato acciaio		5.7 %	

Combinazione di carichi di riferimento (LF 1)			
Condizioni di progetto: Normale			
N <sub>Ed</sub> = 336 daN	M <sub>Ed</sub> = 0 daNm		
V <sub>Ed</sub> = 1326 daN	M <sub>Ed</sub> = 0 daNm		
V <sub>Ed</sub> = 0 daN	M <sub>Ed</sub> = 0 daNm		