

INDICE

1.	DESCRIZIONE TESI E OBIETTIVI.....	2
2.	VERIFICA STATICA E SISMICA.....	3
2.1.1	INTRODUZIONE DATI – SETTAGGI PRELIMINARI	3
2.1.2	INTRODUZIONE DATI – REALIZZAZIONE MODELLO	6
2.2	ASSEGNAZIONE CARICHI.....	14
2.3	ASSEGNAZIONE DATI DI PROGETTO.....	22
2.4	VERIFICA DEL MODELLO.....	24
2.5	ANALISI DEI RISULTATI E INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO	29
2.5.1	I MATERIALI COMPOSITI FRP E LE ISTRUZIONI CNR-DT 200 R1/2013 ..	31
2.5.2	LA TECNICA DELL’INCAMICIATURA	36
2.6	ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO	38
2.6.1	ASSEGNAZIONE DEI RINFORZI	41
2.7	VERIFICA FINALE DEL MODELLO.....	44
3.	PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E IL DM 936/2016.....	48
3.1	SOLUZIONI ADOTTATE NELLA PROGETTAZIONE	55
4.	CONCLUSIONI	58
5.	RIFERIMENTI	60
6.	ALLEGATI	61
A.	SCHEDE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	61
B.	SCHEDE ELEMENTI NON VERIFICATI	83
C.	TAVOLE PROGETTUALI	89
D.	PARTICOLARI.....	90
7.	RINGRAZIAMENTI	91
8.	INDICE IMMAGINI	92

1. DESCRIZIONE TESI E OBIETTIVI

Fin dai primi giorni a Torino, in particolar modo quando ho iniziato a cercare un alloggio per intraprendere la mia carriera universitaria, mi sono reso conto che la richiesta di un'abitazione da parte degli studenti universitari era di gran lunga superiore rispetto alla disponibilità effettiva, quest'ultima aggravata anche dallo stato critico che caratterizzava alcune residenze.

Nel 2016, da un conteggio presentato dall'assemblea regionale per il diritto allo studio, è emersa infatti la carenza di almeno duemila posti letto per gli studenti delle diverse università di Torino.

Per questo motivo, e per l'interesse e la passione sviluppatasi nei confronti del recupero edilizio durante gli anni di studio, ho scelto per mia tesi di laurea magistrale, l'oggetto: il recupero di un edificio esistente e la successiva riqualificazione ad uso residenziale per studenti universitari.

L'immobile scelto per la realizzazione del progetto è situato a Torino in corso Peschiera al civico 180. Esso, in passato, ospitava la Casa di Cura San Paolo. In seguito al fallimento della clinica, l'edificio è stato dapprima abbandonato, poi adibito a casa temporanea per rifugiati e, infine, acquisito per il progetto di realizzazione di un nuovo poliambulatorio specialistico. Quest'ultimo progetto, però, non andò mai in porto, e lasciò il fabbricato in disuso, fino ad oggi.

Dopo la raccolta, presso l'Archivio di Stato e gli uffici del Catasto di Torino, di tutti i documenti riguardanti la costruzione dell'immobile scelto, e la loro successiva verifica, ho appreso che, l'assetto strutturale dello stabile, è caratterizzato da una struttura mista. I primi tre piani, di cui uno interrato, realizzati in muratura portante, e i successivi quattro, contraddistinti da pilastri e travi, in cemento armato. Detto ciò, il primo obiettivo della tesi è rappresentato dalla verifica statica e sismica con eventuali miglioramenti, come previsti dalle **NTC2018**. Mentre, l'obiettivo successivo, è incentrato sulla progettazione architettonica dell'intero edificio, seguendo le linee guida del **DM 28/11/2016 n° 936**.

2. VERIFICA STATICA E SISMICA

Per la verifica statica e sismica, è stato utilizzato il software PRO_SAP dell'azienda **2Si** software e servizi per l'ingegneria srl.

Utilizzando questo software, per arrivare alla verifica finale, è stato necessario procedere attraverso **3** differenti sessioni:

1. *Introduzione dati;*
2. *Assegnazione carichi;*
3. *Assegnazione dati di progetto;*

Partendo dalla prima fase, di *Introduzione dati*, descriverò il procedimento utilizzato per l'analisi dell'edificio oggetto della tesi.

2.1.1 INTRODUZIONE DATI – SETTAGGI PRELIMINARI

Prima della realizzazione del modello, sono state effettuate alcune operazioni preliminari, come:

1. *Importare nel software un file in formato dxf, all'interno del quale sono presenti i dati necessari per determinare la posizione degli elementi (murature, pilastri, ecc..) che andranno a costituire il modello.*

Per importare un file dxf, è stato utilizzato il comando **CAD ► IMPORTA DXF**, ed è stata importata una pianta (vedi immagine 1) con evidenziata la posizione delle murature e dei pilastri.

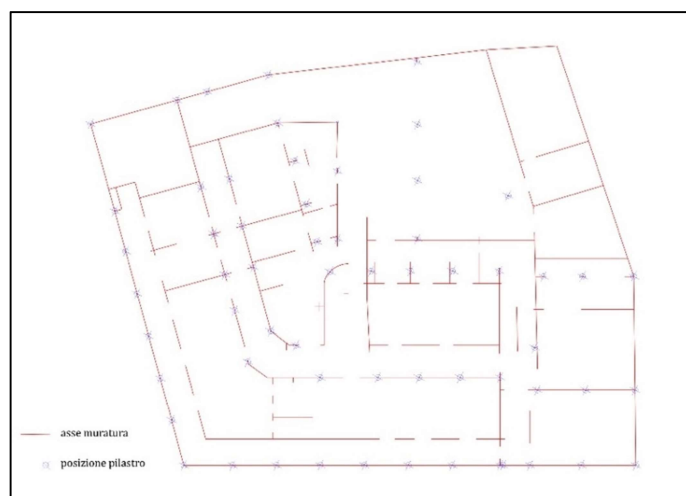


Immagine 1 - Pianta dei riferimenti iniziali

2. Specificare il tipo di Normativa e le unità di misura che si è deciso di utilizzare per il progetto.

La definizione del tipo di Normativa e delle unità di misura, è stata effettuata con il comando **PREFERENZE ► NORMATIVA/UNITA' DI MISURA**.

Per il tipo di Normativa, sono state scelte le **NTC2018**, ed è stata selezionata l'opzione *Verifica sismica per edificio esistente*, mentre per le unità di misura, sono stati utilizzati i decaNewton [**daN**] e i centimetri [**cm**]. (vedi immagini 2 e 3)

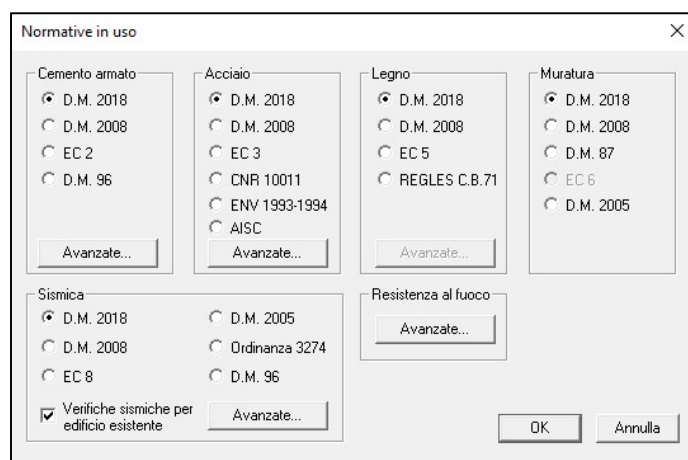


Immagine 2 - Finestra delle Normative in uso

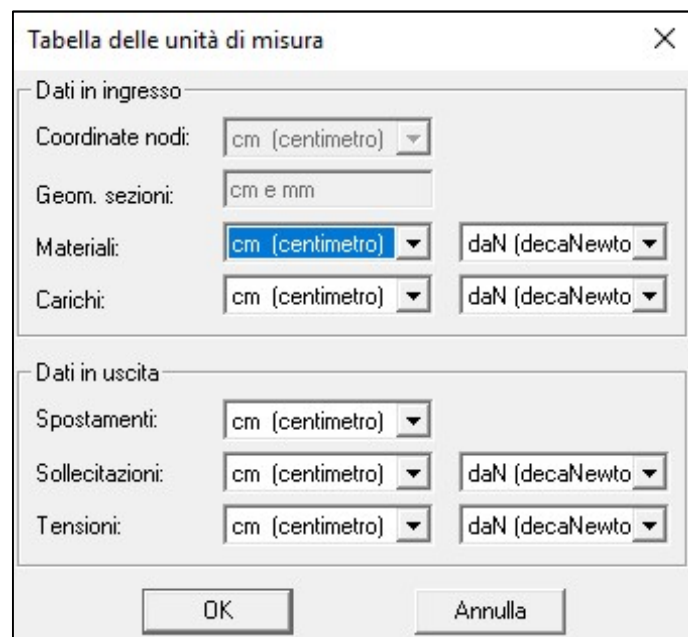


Immagine 3 - Tabella delle unità di misura

3. Specificare le caratteristiche delle pareti in c.a. dell'edificio in esame.

Le caratteristiche delle pareti in c.a., sono state specificate accedendo alla *Tabella dei criteri di progetto* utilizzando il comando **DATI STRUTTURA ► CRITERI DI PROGETTO ► pareti c.a.** (vedi immagine 4)

Tabella dei criteri di progetto					
Pilastri acc.	Travi acc.	Muratura	Legno	XLAM	
Pareti c.a.	Gusci c.a.	Travi c.a.	Pilastri c.a.	Solai e pannelli	Aste acc.
Generalità					
Progetto armatura		Singolo elemento			
Armatura					
Inclinazione Av		90.0 [gradi]			
Angolo Av-Ao		90.0 [gradi]			
Minima tesa		0.25			
Massima tesa		4.0			
<input type="checkbox"/> Maglia unica centrale					
Copri ferro		2.0 [cm]			
Maglia V					
diametro		10			
passo		25			
diametro aggiuntivi		12			
Maglia O					
diametro		10			
passo		25			
diametro aggiuntivi		10			

Immagine 4 - Tabella dei criteri di progetto

4. Definire l'archivio del software che contiene i dati delle sezioni utilizzate e dei materiali che caratterizzano l'edificio in esame.

Per definire i suddetti archivi, è stato utilizzato il comando **DATI STRUTTURA ► SEZIONI/MATERIALI**, accedendo alla *Tabella delle sezioni e/o dei materiali*. (vedi immagine 5 e 6)

Tabella delle sezioni		
Dati sezione	Armatura trasversale	Armatura longitudinale
Sezioni generiche	Profili semplici	Profili accoppiati
<div> </div>		
<div> </div>		
<div> <div>Copia</div> <div>Incolla</div> <div>Annulla</div> <div>Esci</div> <div>Applica</div> <div>1</div> </div>		

Immagine 5 - Tabella delle sezioni

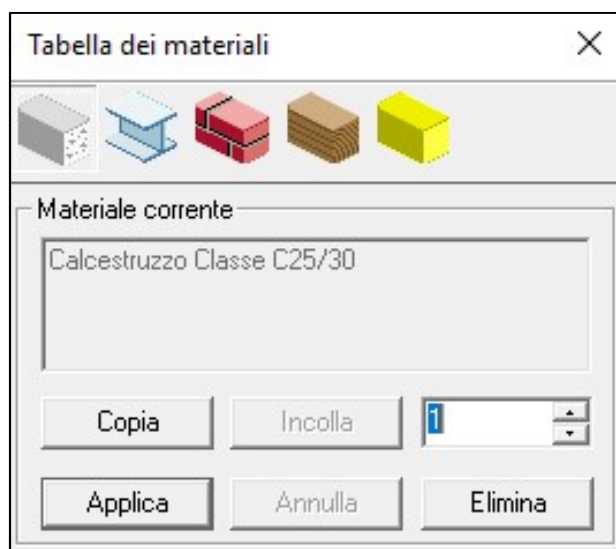


Immagine 6 - Tabella dei materiali

Le sezioni (vedi allegato A) e le tipologie di materiali inserite negli archivi del software, sono state ricavate dal progetto depositato presso l'Archivio di Stato del Comune di Torino e, in assenza di dati dalla Circolare delle NTC 2018. Per i materiali è stato utilizzato un cls 32/40, un acciaio B450 e una muratura in mattoni pieni con un valore medio del modulo di elasticità normale E pari a 4500 N/mm², e del modulo di elasticità tangenziale G pari a 1100 N/mm².

2.1.2 INTRODUZIONE DATI – REALIZZAZIONE MODELLO

Con lo scopo di migliorare la gestione del modello, sono stati creati per ogni piano, accedendo alla rispettiva tabella (vedi immagine 7), diversi layer suddivisi per tipologia di elemento, come elencato di seguito:

- | | |
|-----------------|--|
| PIANO INTERRATO | ► nodi, pilastri, travi, cordolo, struttura ascensore, muratura e solaio; |
| PIANO TERRA | ► nodi, pilastri, travi, struttura ascensore, muratura e solaio; |
| PIANO PRIMO | ► nodi, pilastri, travi, cordolo, struttura ascensore, muratura e solaio; |
| PIANO SECONDO | ► nodi, pilastri, travi, muratura in c.a., struttura ascensore, struttura vano scale, pannelli e solaio; |
| PIANO TERZO | ► nodi, pilastri, travi, muratura in c.a., struttura ascensore, struttura vano scale, pannelli e solaio; |

- PIANO QUARTO ► nodi, pilastri, travi, muratura in c.a., maschi murari, struttura ascensore, struttura vano scale, pannelli e solaio;
- PIANO QUINTO ► nodi, pilastri, travi, muratura in c.a., struttura ascensore, struttura vano scale, muratura e solaio;
- COPERTURA ► travi, solaio.

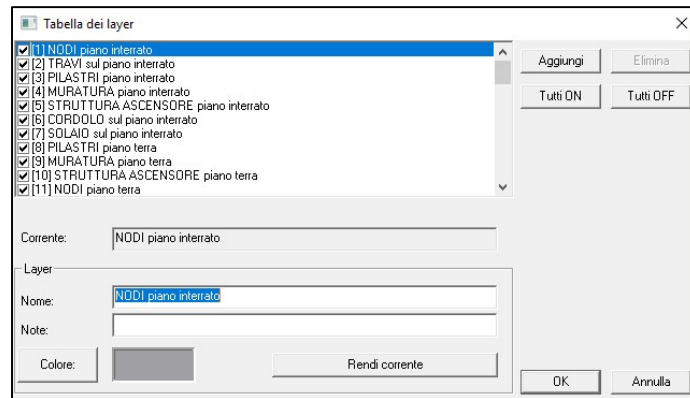


Immagine 7 - Tabella dei layer

Completata l'introduzione dei layer, per procedere con la modellazione degli elementi D2, D3 e degli elementi Solaio/Pannello, sono state precedentemente settate le generalità all'interno della finestra **IMPOSTA PROPRIETÀ DI RIFERIMENTO** (vedi immagini 8,9 e 10), utilizzando il comando **SETTA ► Riferimento D2/D3/SOLAI**. Ogni volta, è risultato necessario creare un elemento con proprietà differenti dal precedente.

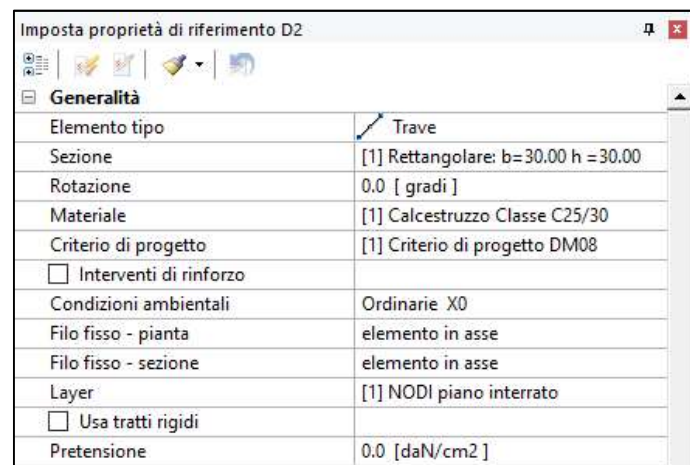


Immagine 8 - Finestra proprietà di riferimento elemento D2

Imposta proprietà di riferimento D3

Generalità

Elemento tipo	Shell
Spessore	1.0 [cm]
Materiale	[1] Calcestruzzo Classe C25/30
Criterio di progetto	[1] Criterio di progetto DM08
Layer	[9] MURATURA piano terra
Svincolo	Non previsto
Filo fisso	elemento in asse
Pretensione	0.0 [daN/cm2]

Interazione terreno

<input type="checkbox"/> Fondazione (faccia inferiore)	
K terr. vert.	0.0 [daN/cm3]
K terr. orizz.	0.0 [daN/cm3]

Immagine 9 - Finestra proprietà di riferimento elemento D3

Imposta proprietà di riferimento Solai

Generalità

Layer	[7] SOLAIO sul piano interrato
<input type="checkbox"/> Usa come pannello	
Materiale	[1] Calcestruzzo Classe C25/30
<input type="checkbox"/> Piano rigido	
Spessore membranale	1.0 [cm]

Modello di carico

Archivio di carico	[1] Qsol = 760.00
Orditura	Imposta
Direzione X	0.0
Direzione Y	1.0
Direzione Z	0.0
Alternanza variabile	1
% Bidirezionalità	0
<input type="checkbox"/> Applicazione torsione	

Modello di calcolo

Schema statico	Assegnato
Controlla	Vedi
Negativo I	0.0
Negativo J	0.0
Minimo Negativo	0.0
% Gsk isostatico	0.0

Dati di progetto

Sezione	[1] Rettangolare: b=30.00 h =3...
Interasse travetti	50.0 [cm]
Criterio di progetto	[1] Criterio di progetto DM08

Immagine 10 - Finestra proprietà di riferimento elemento solaio/pannello

Gli elementi trave, pilastro e cordolo sono stati concepiti con il comando **GENERA ELEMENTO D2**, definendo lunghezza/altezza dalla finestra di comando *Genera elemento D2*. (vedi immagine 11)

genera elemento D2					
x nodo ini=	3280.882	y nodo ini=	-923.553	z nodo ini=	0.0
x nodo fin=	4587.087	y nodo fin=	-549.932	z nodo fin=	0.0
<div>OK Esci</div>					

Immagine 11 - Finestra genera elemento D2

Le murature, le strutture del vano ascensore e quelle del vano scale, sono state realizzate con il comando **GENERA ELEMENTO D3** o **GENERA MESH PER DUE PUNTI** definendo, sia nel primo caso che nel secondo, le coordinate dei nodi che compongono la muratura, e il numero di divisioni verticali e orizzontali dell'elemento da generare. (vedi immagine 12)

genera elemento D3					
x nodo 1=	0.0	y nodo 1=	0.0	z nodo 1=	0.0
x nodo 2=	0.0	y nodo 2=	0.0	z nodo 2=	0.0
x nodo 3=	0.0	y nodo 3=	0.0	z nodo 3=	0.0
x nodo 4=	0.0	y nodo 4=	0.0	z nodo 4=	0.0
<div>OK Esci</div>					

genera mesh per due punti					
x nodo 1=	3280.882	y nodo 1=	-923.553	z nodo 1=	0.0
x nodo 2=	4587.087	y nodo 2=	-549.932	z nodo 2=	0.0
n. sudd. i=	4	n. sudd. s=	4		
<div>OK Esci</div>					

Immagine 12 - Finestre genera elemto D3/mesh per due punti

Gli elementi Solaio/Pannello, sono stati concepiti con l'ausilio del comando **GENERA ELEMENTO SOLAIO O PANNELLO** definendo, anche in questo caso, le coordinate dei nodi che compongono l'elemento dalla corrispondente finestra di comando. (vedi immagine 13)

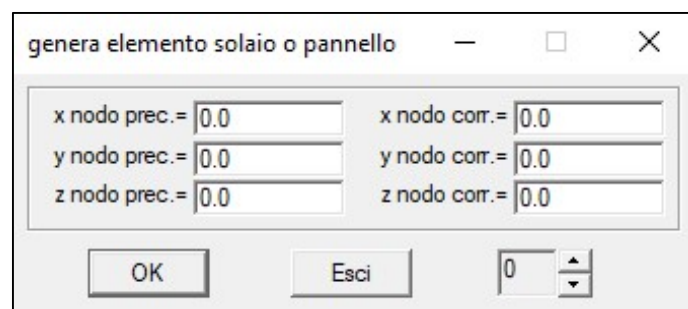


Immagine 13 - Finestra genera elemento solaio o pannello

Partendo dal piano interrato fino a raggiungere il tetto, sono stati realizzati tutti gli elementi necessari, ottenendo il risultato di seguito mostrato. (vedi immagini dalla 14 alla 21)

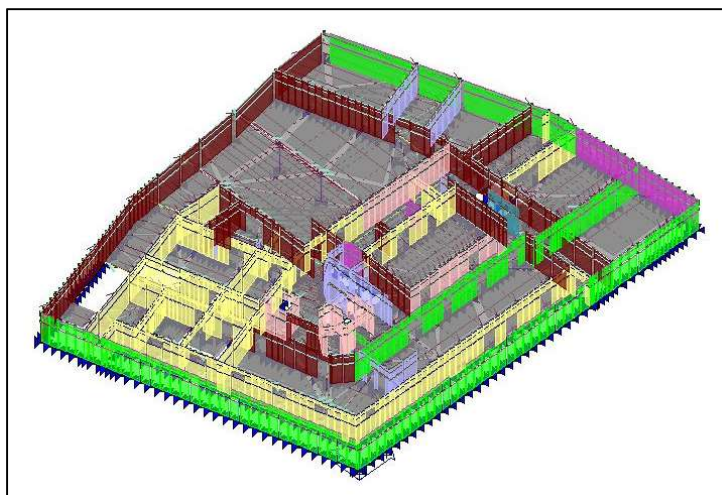


Immagine 14 - Modello del piano T-1

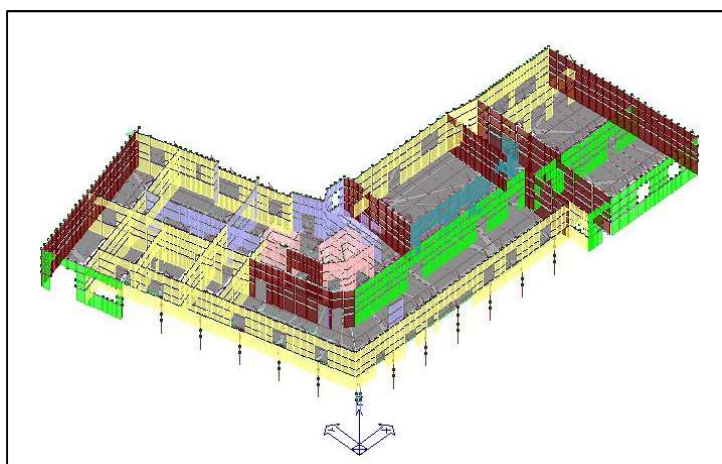


Immagine 15 - Modello del piano T

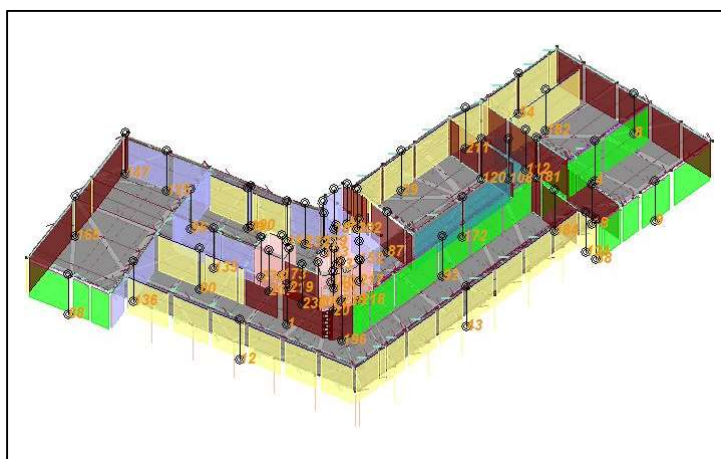


Immagine 16 - Modello del piano 1

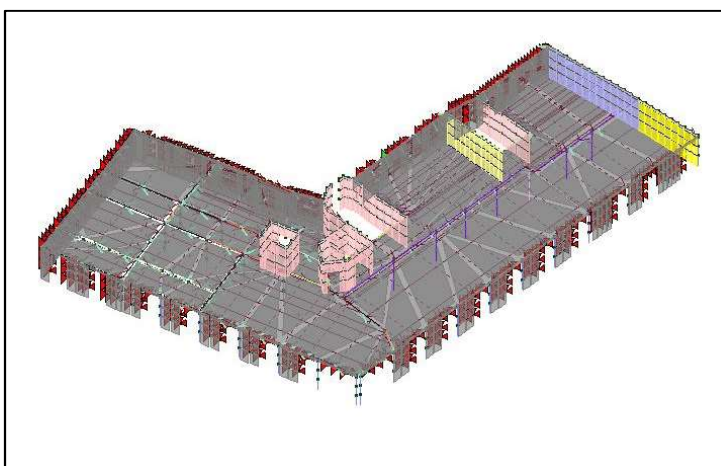


Immagine 17 - Modello del piano 2

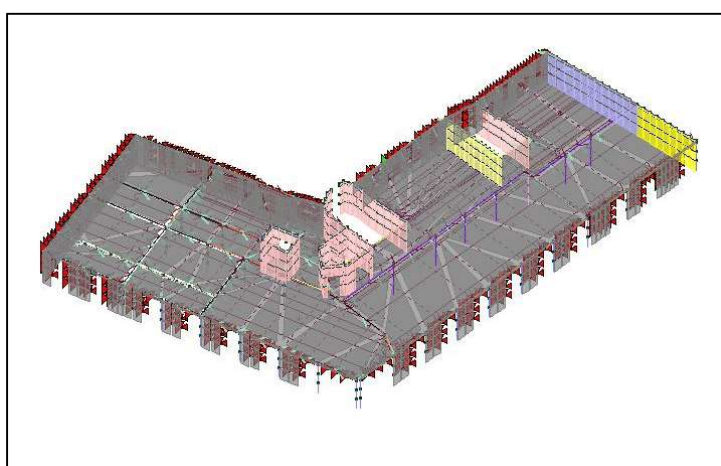


Immagine 18 - Modello del piano 3

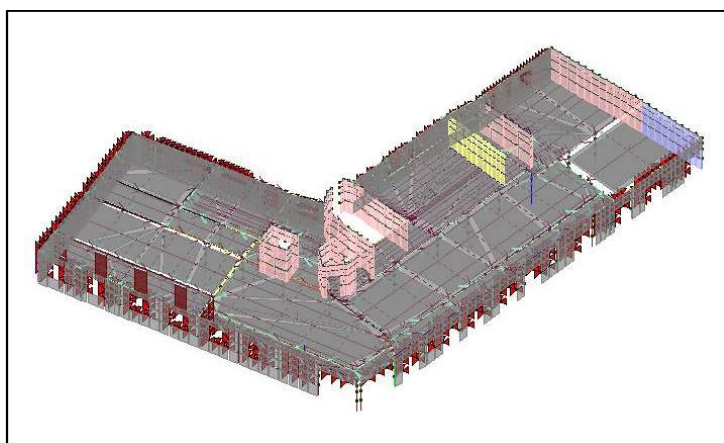


Immagine 19 - Modello del piano 4

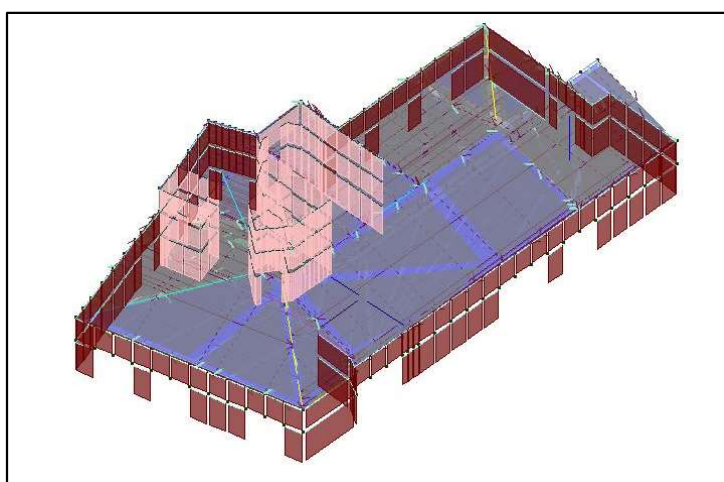


Immagine 20 - Modello del piano 5

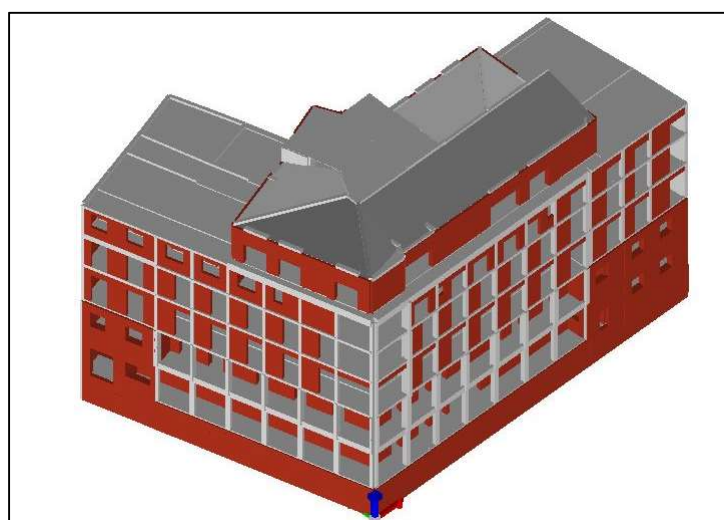


Immagine 21 - Modello completo in vista solida nord-ovest

Finita la fase di realizzazione del modello, e arrivati al termine della sessione di *Introduzione dati*, per poter passare al contesto successivo di *Assegnazione carichi*, è stato necessario eseguire il comando **CONTESTO ► CHECK DATI STRUTTURA**, con il quale è stata eseguita una scansione del modello realizzato, che mi ha permesso di identificare e controllare eventuali errori di modellazione.

Dopo aver modificato gli errori presenti, è stato effettuato un ulteriore check dati struttura, in questo caso con esito positivo, che mi ha permesso di accedere alla successiva fase di *Assegnazione carichi* (vedi immagine 22)

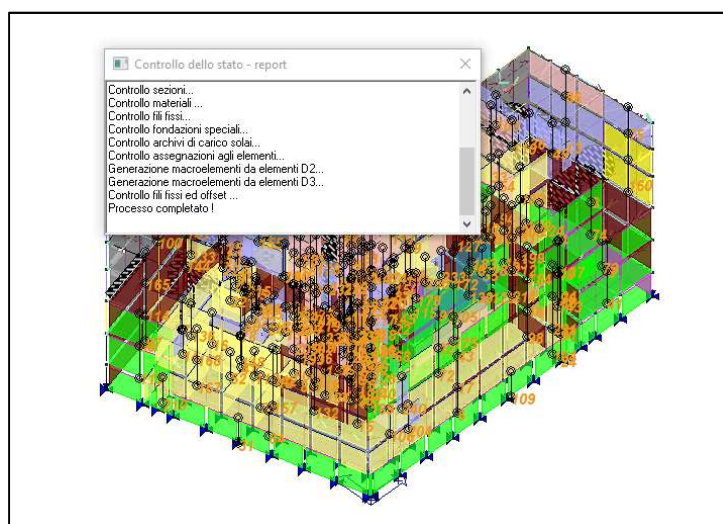


Immagine 22 - Report del check dati struttura

2.2 ASSEGNAZIONE CARICHI

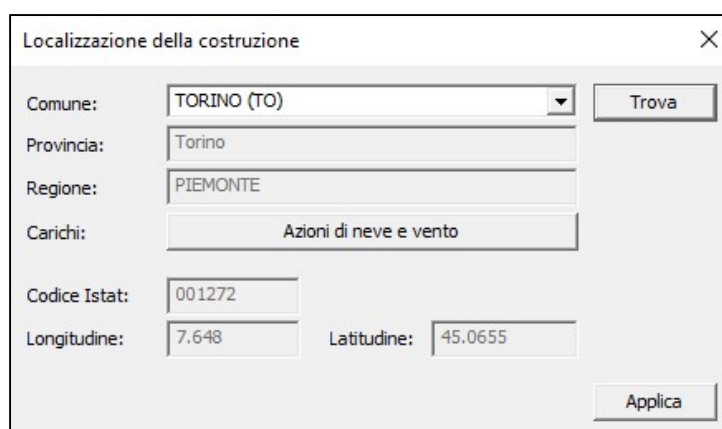
Nella fase di *Assegnazione carichi*, è possibile definire ed assegnare i carichi di progetto agli elementi strutturali. PRO_SAP ricava in automatico le principali tipologie di carico, senza necessità di intervento da parte dell'utente.

Per questo motivo, sono stati definiti solamente:

1. la localizzazione della costruzione;
2. i carichi dei solai;
3. i casi di carico sismici;
4. le combinazioni di calcolo.

1. La localizzazione della costruzione (vedi immagine 23), è stata definita accedendo a **DATI DI CARICO ► AZIONI SULLA COSTRUZIONE.**

In seguito, è stato selezionato il Comune di Torino dal menù a tendina.



Localizzazione della costruzione

Comune: TORINO (TO)

Provincia: Torino

Regione: PIEMONTE

Carichi: Azioni di neve e vento

Codice Istat: 001272

Longitudine: 7.648 Latitudine: 45.0655

Immagine 23 - Finestra della localizzazione della costruzione

2. I carichi dei solai sono stati inseriti nella tabella dei carichi automatici (vedi immagine 24), con il comando **DATI DI CARICO ► CARICHI SOLAI E COPERTURE**. Per i solai di interpiano, è stato stabilito un carico di 590 daN/cm², mentre, per il solaio di copertura, un carico di 380 daN/cm².

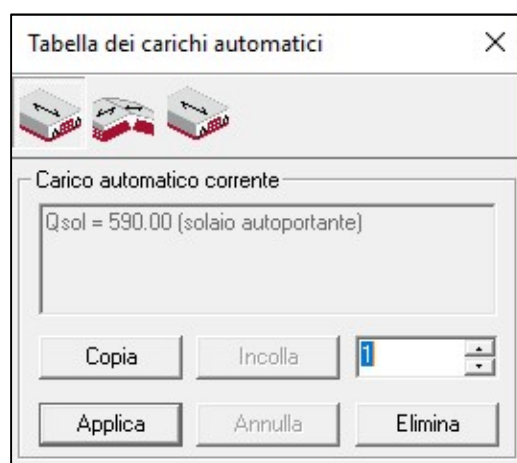


Immagine 24 - Tabella dei carichi automatici

3. Con il comando **DATI DI CARICO ► CASI DI CARICO: SISMICA**, è stato possibile accedere alla finestra di settaggio dei casi di carico sismici, suddivisa in 5 passi. Al passo 1, vengono richieste la Classe d'uso della struttura, la pericolosità sismica e trattandosi di struttura esistente, il livello di conoscenza FC (vedi immagine 25). In questo caso sono stati settati una Classe d'uso II appartenente agli *edifici ordinari*, e un fattore di confidenza FC **LC1**, che definisce una *conoscenza limitata* dell'edificio, mentre, la pericolosità sismica, è stata individuata con l'ausilio della finestra di valutazione (vedi immagine 26), messa a disposizione dal software cliccando sul tasto *pericolosità sismica*.

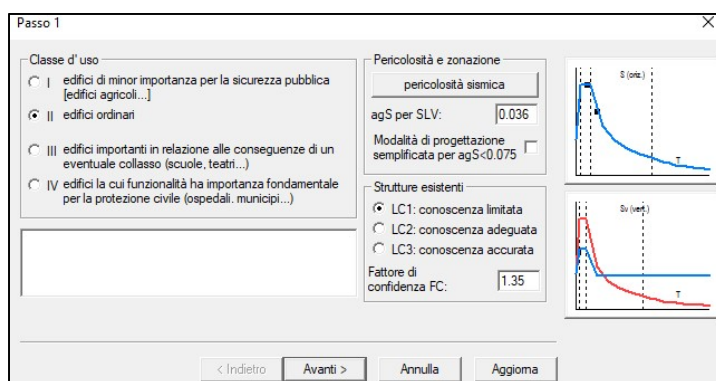


Immagine 25 - Finestra del passo 1

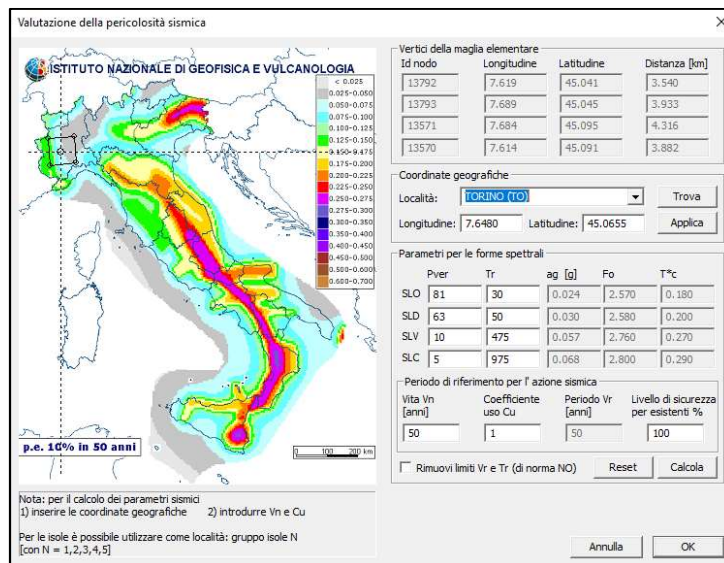


Immagine 26 - Finestra valutazione della pericolosità sismica

Al passo 2, devono essere specificate la categoria di suolo di fondazione e la categoria topografica.

Per la prima, è stata settata l'opzione **C** dei *depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti*, mentre, per la seconda la categoria **T1** per *superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 1.5^\circ$* . (vedi immagine 27).

Passo 2

Categoria di suolo di fondazione

☐ A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...

☐ B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...

☒ C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...

☐ D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...

☐ E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...

Categoria topografica

☒ T1

☐ T2 in sommità al pendio

☐ T3 in cresta al rilievo con moderata

☐ T4 in cresta al rilievo

100 quota relativa (%)

Risposta sismica locale

☐ Usa RSL Cerca file RSL...

< Indietro Avanti > Annulla Aggiorna

Immagine 27 - Finestra del passo 2

Nel passo 3, c'è il riepilogo dei parametri dello spettro ed è, inoltre, possibile indicare il fattore di comportamento della struttura, e la regolarità in pianta e/o in altezza dell'edificio oggetto di analisi. Per il primo è presente uno strumento di aiuto che permette di calcolarlo.

Il fattore di comportamento q , è stato imposto pari a 1, perché l'edificio non è caratterizzato da una struttura dissipativa nei confronti del sisma. Inoltre, non essendo la costruzione particolarmente regolare, non è stata selezionata nessuna delle due tipologie di regolarità possibili. (vedi immagine 28)

Immagine 28 - Finestra del passo 3

Nel passo 4, troviamo i dati per le analisi. (vedi immagine 29)

In questo caso, è stata eseguita un'analisi dinamica lineare, e sono stati impostati 33 modi di vibrare da calcolare. In aggiunta, è stata impostata l'altezza dell'edificio oggetto dell'analisi, pari 2600 cm, e il periodo $T1$, utilizzando il tasto *Calcola periodi T1* presente all'interno della finestra.

Immagine 29 - Finestra del passo 4

Infine nel passo 5, sono state calcolate le masse sismiche cliccando sul tasto *Definizione masse automatica* (vedi immagine 30).

In questo modo, il programma ha applicato automaticamente i coefficienti necessari, considerando un peso unitario per i carichi permanenti, ed il coefficiente ψ_2 per i variabili dei solai e per il carico da neve dei solai di copertura.

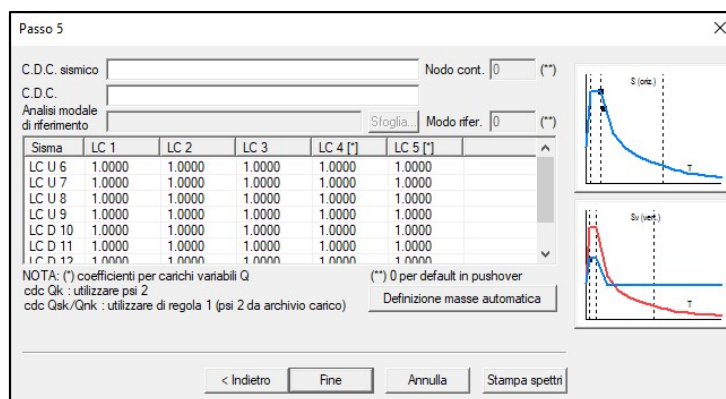


Immagine 30 - Finestra del passo 5

4. Per definire le combinazioni di calcolo, dalla tabella delle combinazioni (vedi immagine 31), è stato utilizzato il comando **DATI DI CARICO ► COMBINAZIONI**. Cliccando sul tasto *Impostazioni generali*, sono stati settati, attraverso la procedura guidata divisa in 4 passi (vedi immagini dalla 32 alla 33), i coefficienti e le regole necessarie per combinare i carichi agenti sulla struttura.

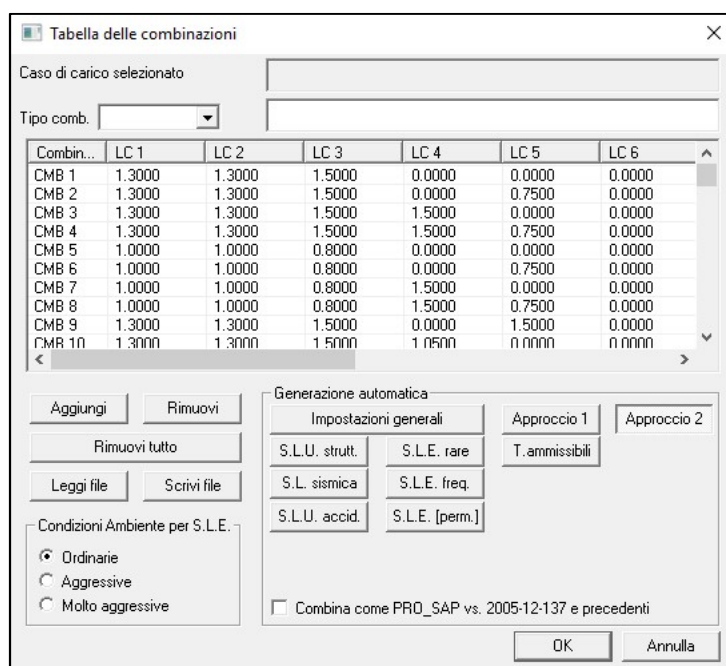


Immagine 31 - Tabella delle combinazioni

Sono stati inseriti i valori dei coefficienti di combinazione ψ , previsti dalle **NTC2018** nella Tabella 2.5.I, per gli ambienti a uso residenziale e per il carico da neve ad una quota ≤ 1000 m s.l.m. (vedi immagine 32)

Immagine 32 - Finestra parametri per i carichi variabili

In questo caso, le interazioni sono state settate, cliccando sul tasto *Default* presente all'interno della finestra, come mostrato nell'immagine seguente (vedi immagine 33)

Immagine 33 - Finestra interazioni casi di carico variabili

19

Al passo 4 sono specificati gli scenari di carico.

Anche in questo caso, con l'ausilio del tasto *Default*, sono stati preimpostati i valori previsti dalla Normativa vigente. (vedi immagine 34)

Scenari di carico

SLU non sismici

	g G1 max	g G1 min	g G2 max	g G2 min	g P max	g P min	g Q
Fattori di comb. A1 [STR]	1.3	1	1.5	0.8	1	1	1.5
Fattori di comb. A2 [GEO]	1	1	1.3	0.8	1	1	1.3
<input type="checkbox"/> SLU EQU	1.1	0.9	1.5	0.8	1	1	1.5

SL per azioni sismiche

	g E	g G1 max	g G1 min	g G2 max	g G2 min	g P max	g P min	g Q
Fattori di comb. A1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fattori di comb. A2	1	1	1	1	1	1	1	1

☐ Applica EC8 4.4.2.6(8) (in questo caso utilizzare gE maggiore di 1)

SLU per azioni accidentali

	g G1 max	g G1 min	g G2 max	g G2 min	g P max	g P min	g Q
Fattori di combinazione	1	1	1	1	1	1	1

Nota importante: i valori max e min in tabella (riferti ai cdc permanenti e precompressione) applicati con permutazione possono portare ad un numero di combinazioni particolarmente elevato.

Permuta valori g min e g max ☐

< Indietro Fine Annulla Default

Immagine 34 - Finestra scenari di carico

Conclusa la fase di settaggio delle *Impostazioni generali*, dalla tabella delle combinazioni (vedi immagine 31), sono state generate le combinazioni allo S.L.U. strutturale e allo S.L. sismico, cliccando sui rispettivi tasti presenti sulla schermata. Infine, sono state lanciate le analisi con il comando **ESECUZIONE ANALISI**, ed è stato verificato che nel report finale (vedi immagine 35) non ci fossero eventuali WARNING, che la massa eccitata fosse almeno dell'85%, come richiesto dalla Normativa per le analisi dinamiche lineari, e che il valore massimo degli spostamenti SLD <Sismica 1000/H> fosse minore del limite previsto dalla Normativa (vedi immagine 36).

Ottenuto un report positivo, è stato possibile proseguire alla sessione di *Assegnazione dati di progetto*.

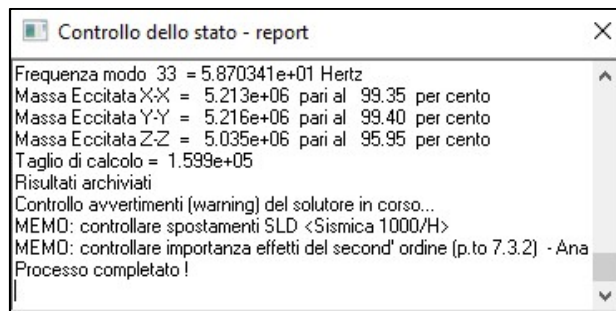


Immagine 35 - Report analisi assegnazione dei carichi

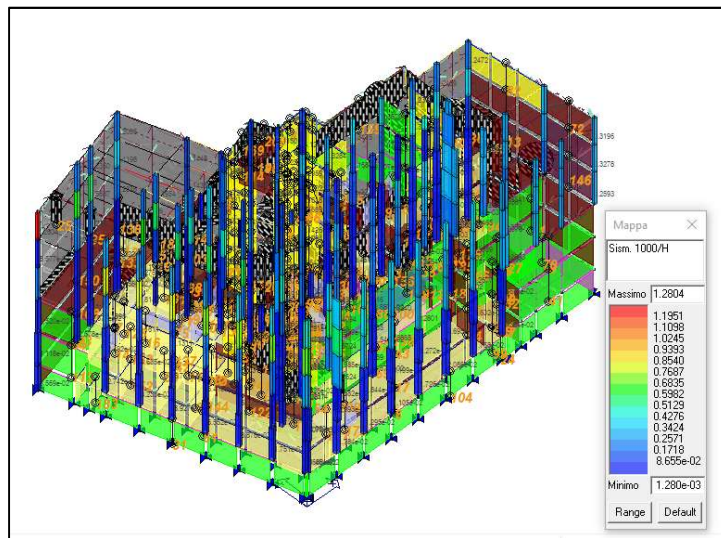


Immagine 36 - Mappa spostamenti SLD <Sismica 1000/H>

2.3 ASSEGNAZIONE DATI DI PROGETTO

Prima di poter eseguire le verifiche, bisogna assegnare le armature a travi e pilastri. PRO_SAP divide sia le travi che i pilastri in tre tratti, all'interno dei quali è possibile specificare le armature longitudinali e trasversali (vedi immagine 37 e 38).

Se lungo gli elementi l'armatura non varia, non è necessario compilare tutti e tre i tratti, ma è sufficiente compilare solo la cella riferita al tratto centrale, lasciando le lunghezze nulle. In questo modo, il software estende in maniera automatica le armature a tutto l'elemento.

In caso di elementi con la stessa armatura, è possibile selezionare l'elemento fonte, cliccare sul comando **SETTA RIFERIMENTO**, selezionare gli elementi a cui assegnare l'armatura e infine cliccare sul comando **ASSEGNA SCHEMA ARMATURA**.

Con il suddetto scopo, è stato utilizzato il comando **EDITA** per accedere alla finestra degli *Schemi di armatura* di tutti gli elementi, attraverso la quale sono state attribuite le armature esistenti, come da progetto. (vedi allegato A)

Schema armatura	
Armatura pilastro	
Base	
Lunghezza	0.0 [cm]
Diametro vertici	0
Diametro lati	0
n. ferri lato 1	0
n. ferri lato 2	0
Tratto intermedio	
Lunghezza	0.0 [cm]
Diametro vertici	16
Diametro lati	16
n. ferri lato 1	4
n. ferri lato 2	4
Cima	
Lunghezza	0.0 [cm]
Diametro vertici	0
Diametro lati	0
n. ferri lato 1	0
n. ferri lato 2	0
Staffatura	
Base	
Tratto intermedio	
Lunghezza	0.0 [cm]
Diametro	5
Passo	20.0 [cm]
Cima	

Immagine 37 – Finestra schema armatura pilastro

Edita proprietà D2

Schema armatura

Armatura superiore

Tratto iniziale

Lunghezza	65.0 [cm]
Armatura	3.014 [cm2]

Tratto centrale

Lunghezza	0.0 [cm]
Armatura	2.575 [cm2]

Tratto finale

Lunghezza	65.0 [cm]
Armatura	3.014 [cm2]

Armatura inferiore

Tratto iniziale

Lunghezza	30.0 [cm]
Armatura	2.01 [cm2]

Tratto centrale

Lunghezza	0.0 [cm]
Armatura	8.038 [cm2]

Tratto finale

Lunghezza	30.0 [cm]
Armatura	2.01 [cm2]

Staffatura

Tratto iniziale

Lunghezza	0.0 [cm]
Diametro	0
Passo	0.0 [cm]

Tratto centrale

Immagine 38 - Finestra schema armatura trave

2.4 VERIFICA DEL MODELLO

Come già dichiarato all'inizio del capitolo 2, dopo la fase di *Assegnazione dati di progetto*, è stato possibile effettuare le verifiche del modello.

Per prima cosa, sono stati selezionati tutti gli elementi che compongono il modello (vedi immagine 39), dopodichè sono stato verificati gli schemi di armatura, attraverso il comando **CONTESTO ► ESECUZIONE PROGETTAZIONE ► VERIFICA SCHEMI DI ARMATURA**.

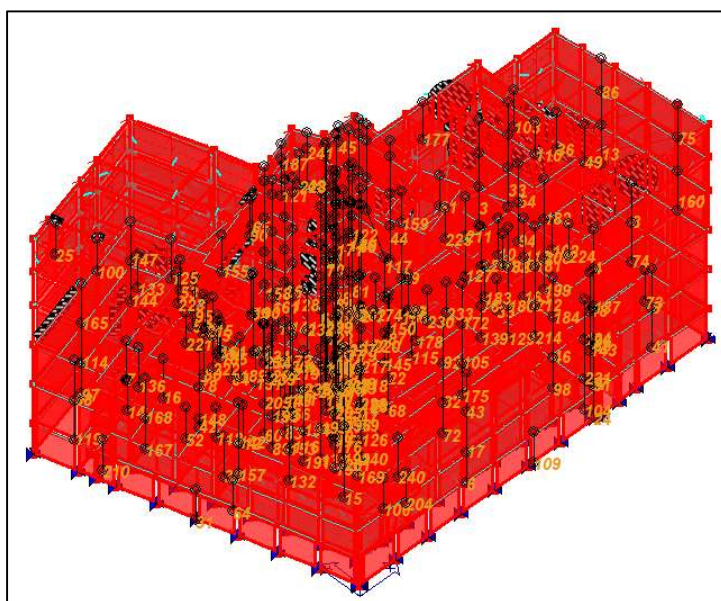


Immagine 39 - Selezione elementi da verificare

Alla fine della verifica degli schemi, il programma mi ha informato della presenza di elementi D3 non verificati. (vedi immagine 40)

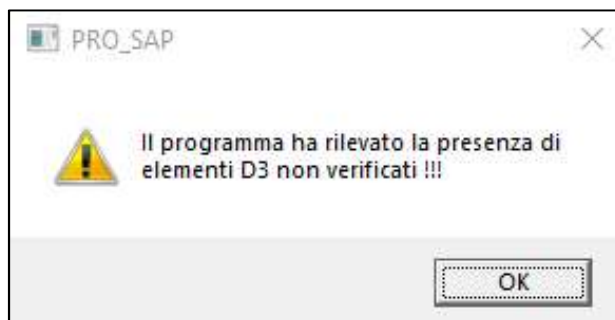


Immagine 40 - Warning elementi non verificati

Successivamente, con il comando **CONTESTO ► ESECUZIONE PROGETTAZIONE ► VERIFICA EDIFICIO ESISTENTE**, è stata avviata la verifica finale del modello.

Terminata anche l'ultima verifica, utilizzando i rispettivi comandi **TRAVI/PILASTRI/D3 ► STATO PROGETTO SLU**, è stato possibile visualizzare gli elementi trave, pilastro o D3, verificati e non verificati, i primi di colore ciano e i restanti di colore rosso. (vedi immagini dalla 41 alla 44)

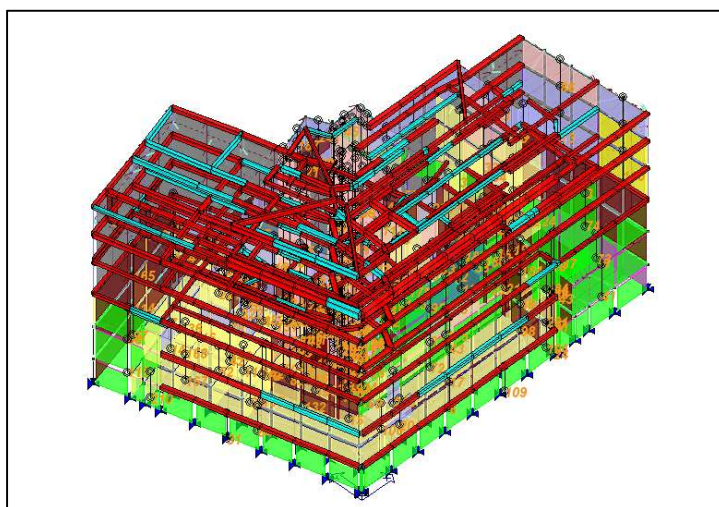


Immagine 41 - SLU delle travi

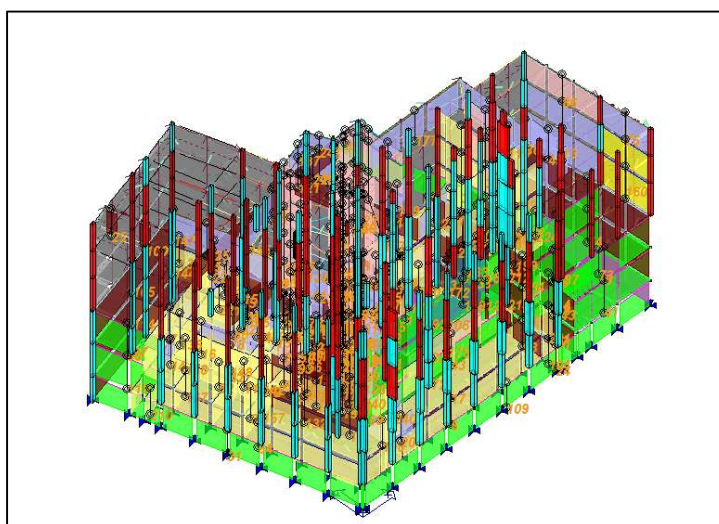


Immagine 42 - SLU dei pilastri

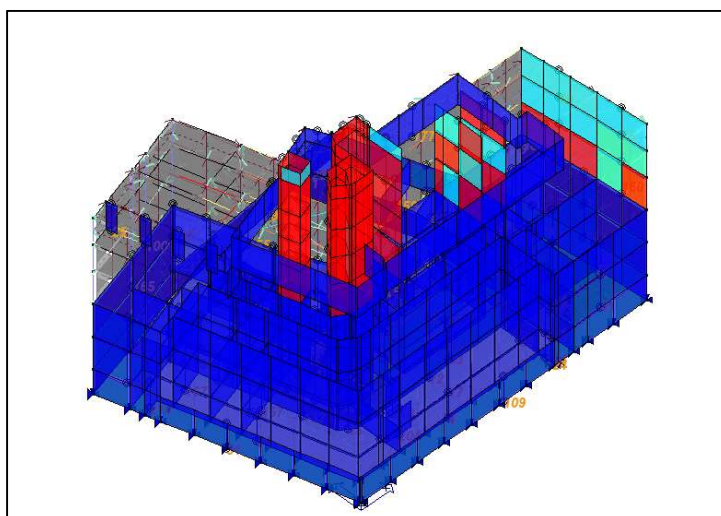


Immagine 43 - SLU degli elementi D3 in c.a

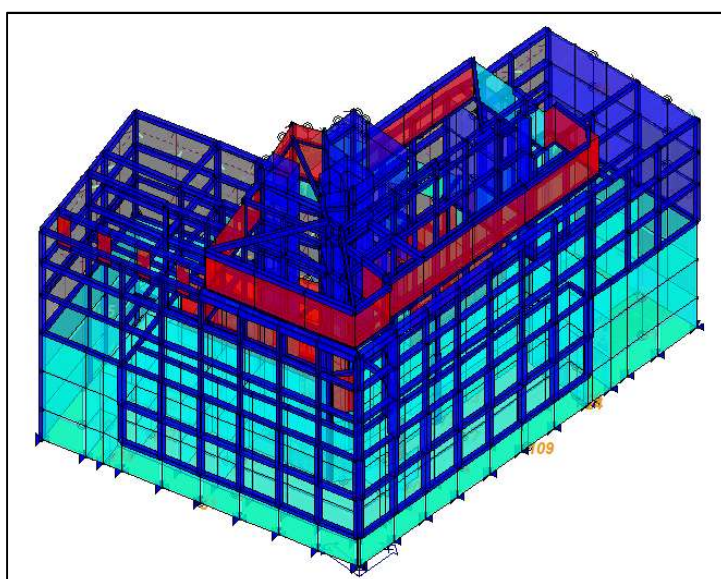


Immagine 44 - SLU degli elementi D3 in muratura portante

Come era possibile intuire già in precedenza, o analizzando il risultato della verifica finale dalle precedenti immagini, a causa dell'anno di costruzione dell'immobile, la struttura ha delle elevate difficoltà nel resistere a una sollecitazione sismica del 100%.

Per questo motivo, è stata ripetuta la verifica del modello, impostando, nella fase di *Assegnazione carichi*, e precisamente nella finestra di *Visualizzazione della pericolosità sismica* (vedi immagine 26), solo il 10% della spinta totale.

Attraverso questa procedura è stato possibile identificare gli elementi che non resistono alla pressione sismica ridotta (vedi immagini dalla 46 alla 49), e incrementare del 10% la loro resistenza, come previsto per gli edifici di classe **II** nel par. **8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO** delle **NTC2018** (vedi immagine 45), applicando le soluzioni descritte nei successivi paragrafi.

8.4.2. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO
La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.
Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_s può essere minore dell'unità. A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_s , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre per le rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_s , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1.
Nel caso di interventi che prevedano l'impiego di sistemi di isolamento, per la verifica del sistema di isolamento, si deve avere almeno $\zeta_s=1,0$.

Immagine 45 - Paragrafo 8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO (1)

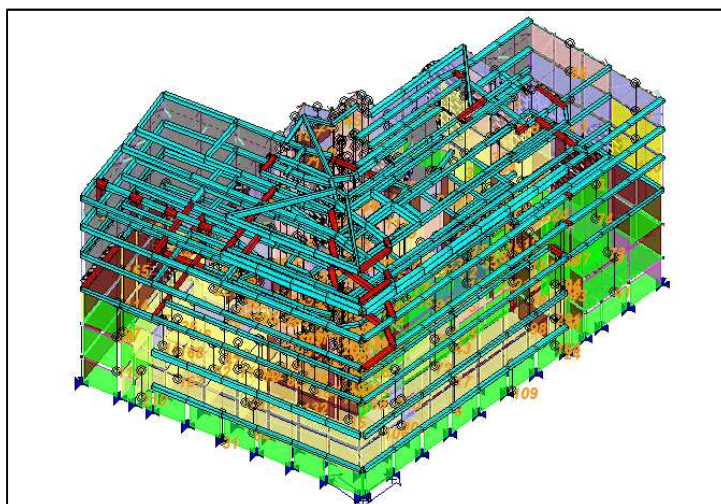


Immagine 46 - SLU delle travi con il 10% della sollecitazione sismica

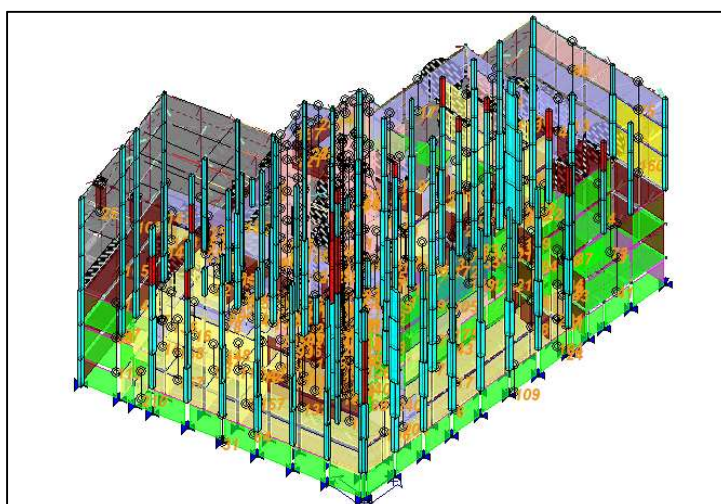


Immagine 47 - SLU dei pilastri con il 10% della sollecitazione sismica

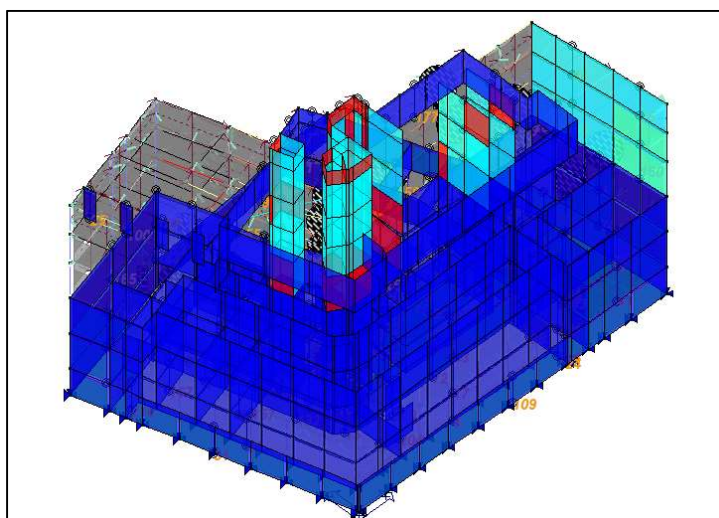


Immagine 48 - SLU degli elementi D3 in c.a. con il 10% della sollecitazione sismica

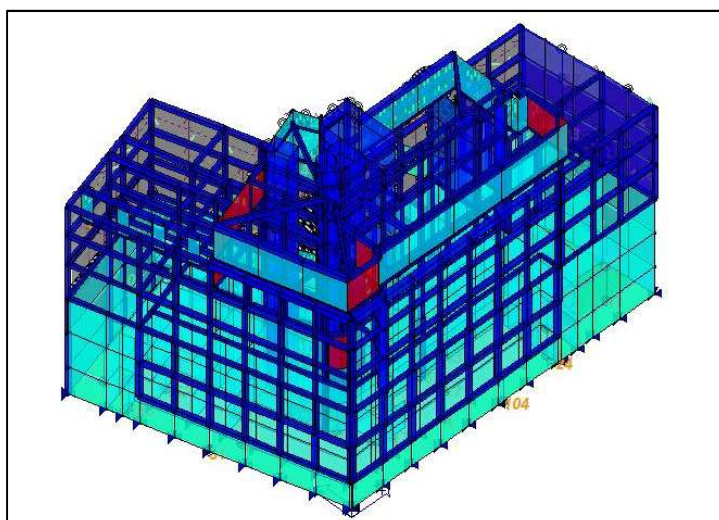


Immagine 49 - SLU elementi D3 in muratura con il 10% della sollecitazione sismica

2.5 ANALISI DEI RISULTATI E INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Prima di applicare gli interventi di miglioramento, è stato necessario andare ad analizzare i risultati della progettazione, e quindi determinare quali sono le effettive carenze degli elementi non verificati.

Per effettuare l'analisi dei risultati, sono state utilizzate due procedure, applicabili dalla sessione di *Assegnazione dati di progetto*.

La prima prevede l'ausilio del comando **CONTROLLA**, che permette di accedere alla *Finestra di controllo generale* dell'elemento selezionato (vedi immagine 50).

Per la seconda, invece, è stato utilizzato il comando **TRAVI/PILASTRI/D3 ► CARENZE ANTE OPERAM** (vedi immagine 51).

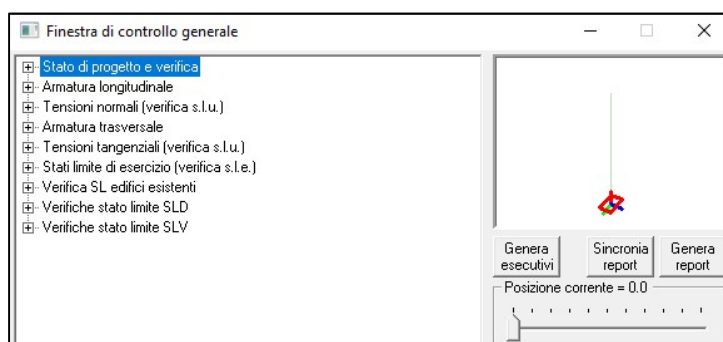


Immagine 50 - Finestra di controllo generale

All'interno della *Finestra di controllo generale*, è possibile trovare lo stato delle verifiche con i relativi valori associati, suddivise nel seguente modo:

- Stato di progetto e verifica;
- Armatura longitudinale;
- Tensioni normali;
- Armatura trasversale;
- Tensioni tangenziali;
- Stati limite di esercizio;
- Verifica stato limite SLD;
- Verifica stato limite SLV.

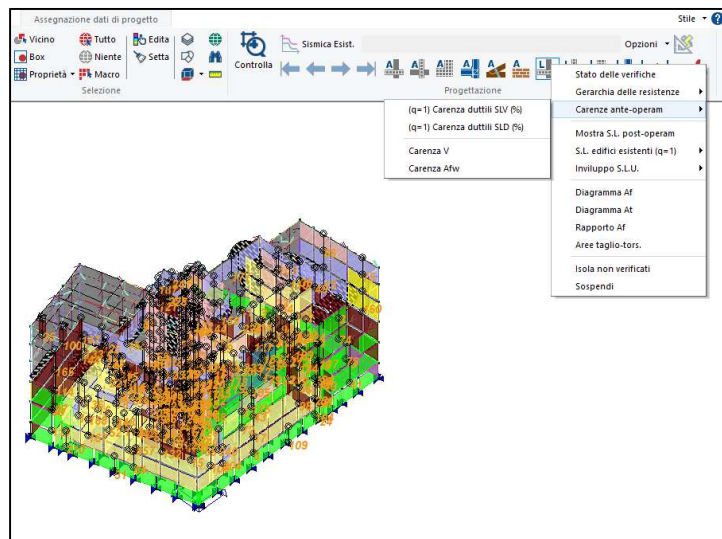


Immagine 51 - Visualizzazione carenze

Attraverso la seconda procedura, invece, è stato possibile determinare le seguenti carenze:

- | | |
|-------------|---|
| TRAVI | ► carenze duttili, di taglio e di armatura; |
| PILASTRI | ► carenze duttili, di taglio, di armatura e del nodo nelle direzioni x e y; |
| ELEMENTI D3 | ► carenze duttili, di taglio, per punzonamento e di armatura nel caso di elementi in c.a. |

I risultati ottenuti dalle precedenti analisi, sono visibili all'interno delle schede degli elementi non verificati (vedi allegato B).

Per incrementare la resistenza degli elementi non verificati, è stato deciso di andare ad eseguire dei rinforzi tramite l'applicazione di FRP, o tramite la tecnica di incamiciatura.

2.5.1 I MATERIALI COMPOSITI FRP E LE ISTRUZIONI CNR-DT 200 R1/2013

Per materiale composito si intende un materiale prodotto abbinando più materiali, in modo da incrementare le prestazioni meccaniche di ognuno preso singolarmente. Normalmente, sono presenti due fasi: una continua, detta matrice, e l'altra discontinua, detta di rinforzo, immersa nella prima.

I materiali compositi, venivano originariamente utilizzati nell'ingegneria aeronautica, navale o nell'industria sportiva. Ambiti dove erano richieste prestazioni elevate in termini di resistenza o rigidità, senza presentare problematiche in termini di costo.

Negli ultimi 20 anni, per le suddette caratteristiche e, per la resistenza alla corrosione e la durabilità, la leggerezza, la versatilità e soprattutto la facilità di applicazione e di reversibilità dell'intervento, questa tipologia di materiali si è diffusa anche nel settore delle costruzioni, ed oggi sono molto impiegati nell'ambito del recupero e della conservazione del patrimonio edilizio.

In questo contesto, i compositi più impiegati sono quelli realizzati dall'abbinamento di fibre, dotate di elevata resistenza a trazione, e immerse in una matrice resinosa. La matrice ha il ruolo di connettere le fibre tra loro, di trasferire i carichi tra esse e solidarizzare il rinforzo con l'elemento sul quale è applicato.

Le matrici più diffuse in edilizia sono:

- Le matrici cementizie FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix)
- Le matrici polimeriche termoindurenti FRP (Fiber Reinforced Polymers)

L'incremento di resistenza a trazione e rigidità, invece, è attribuito alle fibre.

In edilizia, si distinguono quattro tipi di fibre sottoforma di nastri o tessuti:

- Fibre di carbonio
- Fibre di acciaio
- Fibre aramidiche
- Fibre di vetro

Le tecniche di intervento, che prevedono l'utilizzo degli FRP, risultano però essere piuttosto recenti. Per questo motivo, il codice normativo italiano si limita a citare solamente i materiali compositi, e consiglia di riferirsi a documenti di comprovata validità, come le Istruzioni **CNR-DT 200 R1/2013** del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

All'interno delle Istruzioni viene dichiarato che:

Scopo delle presenti Istruzioni è quello di fornire, nell'ambito delle Norme attualmente vigenti, un documento orientativo per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo di interventi di consolidamento strutturale mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati. Le Istruzioni, per loro genesi e natura, non sono infatti norme cogenti ma rappresentano esclusivamente un aiuto per i tecnici a filtrare con discrezione la ponderosa bibliografia, nazionale ed internazionale, che la letteratura specifica mette a disposizione, lasciando comunque agli stessi la responsabilità finale delle scelte operate.

Tralasciando la trattazione approfondita delle Istruzioni, si può affermare in maniera sintetica, che le resistenze degli elementi rinforzati saranno rappresentate dal risultato delle seguenti formule:

Elementi in c.a.

- **Resistenza di progetto a taglio**

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,s} + V_{Rd,f}, V_{Rd,c} \} \quad (2)$$

dove:

- $V_{Rd,c}$ e $V_{Rd,s}$ sono, rispettivamente, la capacità a taglio-compressione del cls e la capacità a taglio-trazione dell'armatura trasversale, calcolati in accordo con la Normativa vigente,
- $V_{Rd,f}$ rappresenta la resistenza del sistema di rinforzo FRP calcolato, nel caso di disposizione a U o in avvolgimento su sezione rettangolare, attraverso la successiva formula.

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.9 \cdot d \cdot f_{fed} \cdot 2 \cdot t_f \cdot (\cot \theta + \cot \beta) \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad (2)$$

dove:

- d è l'altezza utile della sezione,
- f_{fed} è la resistenza efficace di calcolo del sistema di rinforzo,
- t_f è lo spessore del sistema di rinforzo FRP,
- b_f e p_f sono, rispettivamente, la larghezza e il passo delle strisce, misurati ortogonalmente alla direzione delle fibre (nel caso di strisce poste in adiacenza o di elementi di rinforzo bidimensionali si assume $b_f/p_f = 1.0$),
- γ_{Rd} è coefficiente parziale fornito in Tabella 3-1 (vedi immagine 52)

Tabella 3-1 – Coefficienti parziali γ_{Rd}	
Modello di resistenza	γ_{Rd}
Flessione/Pressoflessione	1.00
Taglio/Torsione	1.20
Confinamento	1.10

Immagine 52 - Tabella dei coefficienti parziali (2)

• Resistenza di progetto a compressione

$$N_{Rcc,d} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot A_c \cdot f_{ccd} + A_s \cdot f_{yd} \quad (2)$$

dove:

- γ_{Rd} è il coefficiente parziale da assumersi pari a 1.10 (vedi immagine 47),
- A_c e f_{ccd} sono, rispettivamente, l'area della sezione trasversale dell'elemento e la tensione di progetto del calcestruzzo confinato,
- A_s e f_{yd} sono, rispettivamente, l'area e la tensione di progetto dell'armatura metallica eventualmente presente nell'elemento.

- **Resistenza di progetto a flessione**

$$M_{Rd} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot [\psi \cdot b \cdot x \cdot f_{cd} \cdot (d - \lambda \cdot x) + A_{s2} \cdot \sigma_{s2} \cdot (d - d_2) + A_f \cdot \sigma_f \cdot d_1] \quad (2)$$

dove:

- γ_{Rd} è il coefficiente parziale da assumersi pari a 1.00 (vedi immagine 47),
- ψ e λ e sono i coefficienti adimensionali che rappresentano, rispettivamente, l'intensità del risultante degli sforzi di compressione e la distanza di quest'ultimo dall'estremo lembo compresso,
- f_{cd} è la tensione di progetto del calcestruzzo
- d è l'altezza utile della sezione
- x è la posizione dell'asse neutro determinata a partire dall'equazione di equilibrio alla traslazione,
- A_{s2} e σ_{s2} sono, rispettivamente, l'area e la tensione di progetto dell'armatura,
- A_f e σ_f sono, rispettivamente, l'area e la tensione di progetto rinforzo, determinati con l'ausilio della scheda tecnica abbinata al materiale,
- d_1 e d_2 sono le distanze dei copriferro delle armature.

Elementi in muratura portante

- **Resistenza di progetto a taglio**

$$V_{Rd} = \min \{ V_{Rd,m} + V_{Rd,f}; V_{Rd,max} \} \quad (2)$$

dove:

- $V_{Rd,m}$ e $V_{Rd,f}$ sono, rispettivamente, il contributo di taglio dato dall'attrito della muratura e la resistenza del sistema di rinforzo FRP.
- $V_{Rd,max}$ rappresenta la resistenza massima che porta a rottura il sistema resistente. I suddescritti valori sono calcolati con l'ausilio delle successive formule.

$$V_{Rd,m} = x \cdot t \cdot f_{vd} \quad (2)$$

$$V_{Rd,f} = \frac{1}{\gamma_{Rd}} \cdot 0.6 \cdot d \cdot (E_f \cdot \varepsilon_{fd}) \cdot 2 \cdot t_f \cdot \frac{b_f}{p_f} \quad (2)$$

dove:

- x è la posizione dell'asse neutro dall'estremo lembo compresso,
- t è lo spessore della parete,
- f_{vd} è la resistenza di progetto a taglio della muratura in accordo con la Normativa vigente in funzione della tensione normale media pari al rapporto tra il risultante degli sforzi di compressione e l'area, $x \cdot t$,
- E_f è il modulo di elasticità tangenziale del composito FRP,
- ε_{fd} è la deformazione di progetto del rinforzo,
- t_f è lo spessore del sistema di rinforzo FRP,
- b_f e p_f sono, rispettivamente, la larghezza e il passo delle strisce, misurati ortogonalmente alla direzione delle fibre (nel caso di strisce poste in adiacenza o di elementi di rinforzo bidi-mensionali si assume $b_f/p_f = 1.0$).

• Resistenza di progetto a pressoflessione

Nel caso di pressoflessione, l'applicazione dei rinforzi permette lo studio del comportamento resistente della muratura rinforzata, alla stregua delle sezioni in calcestruzzo armato, dove il ruolo del calcestruzzo è assunto dalla muratura, mentre, il comportamento delle armature viene assimilato a quello delle fasciature in composito. Di conseguenza, le verifiche prevedono un classico confronto sollecitazioni-resistenze.

$$N_{Sd} \leq N_{Rd} \quad (2)$$

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \quad (2)$$

2.5.2 LA TECNICA DELL'INCAMICIATURA

L'incamiciatura è una efficace tecnica di rinforzo, spesso utilizzata nell'ambito strutturale del recupero edilizio.

Per gli elementi trave o pilastro viene realizzata mediante una camicia di calcestruzzo armato che va ad accrescere la sezione originaria e la quantità di armatura longitudinale e trasversale dell'elemento (vedi immagine 53).

- **1** sezione ante operam;
- **2** sezione post operam;
- **3** armatura longitudinale e trasversale post operam;
- **4** giunzione delle staffe.

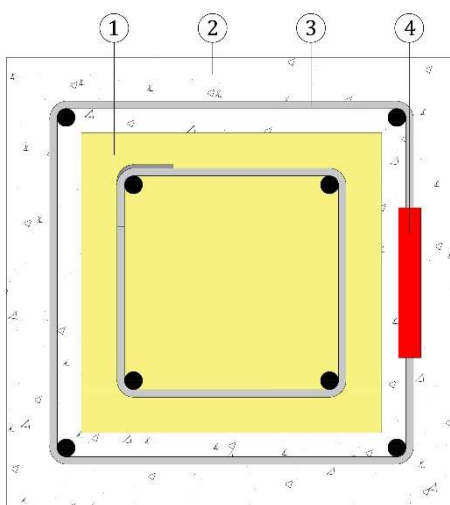


Immagine 53 - Esempio grafico incamiciatura elemento trave/pilastro

Per le pareti, invece, si procede realizzando una camicia di calcestruzzo, nella quale viene immersa una nuova maglia di acciaio (vedi immagine 54).

- **1** sezione ante operam;
- **2** incamiciatura;
- **3** nuova maglia in acciaio.

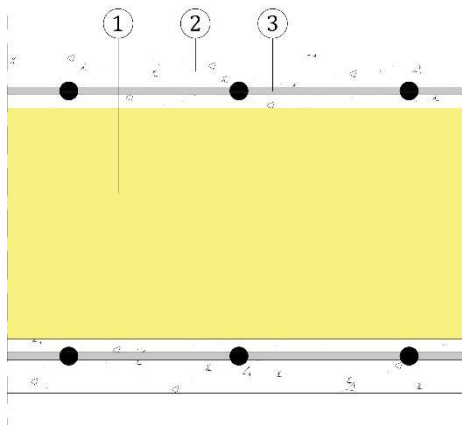


Immagine 54 - Esempio grafico incamiciatura parete

Tale tecnica, è applicata da tempo, e con opportune attenzioni ai dettagli, si possono ottenere, contemporaneamente, la correzione dei difetti costruttivi del passato, un aumento di rigidità e duttilità, e l'incremento delle resistenze di flessione e taglio, permettendo di raggiungere, in maniera agevole, l'adeguamento sismico nella maggioranza dei casi.

Per i pilastri, la possibilità di utilizzare questa tecnica, si basa principalmente sul tipo di giunzione che viene utilizzata per creare continuità nelle staffe, in quanto le **NTC2018** non permettono di ricorrere alla saldatura in corrispondenza delle zone dissipative degli elementi strutturali, al fine di evitare rotture di tipo fragile (vedi immagine 55).

7.4.6.2 LIMITAZIONI DI ARMATURA

Le giunzioni di barre mediante saldatura o dispositivi meccanici sono vietate in corrispondenza delle zone dissipative degli elementi strutturali. Nelle colonne e nelle pareti, la giunzione di barre mediante dispositivi meccanici di collegamento è concessa se dispositivi ed elementi, qualificati secondo quanto indicato al § 11.3.2.9, sono oggetto di prove appropriate in condizioni compatibili con la classe di duttilità scelta.

Immagine 55 - Paragrafo 7.4.6.2 LIMITAZIONI DI ARMATURA (1)

2.6 ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Individuate le carenze e le tipologie di rinforzi, per la loro attuazione all'interno di PRO_SAP, è stato necessario, dalla sessione di *Assegnazione dati di progetto*, realizzare preventivamente un archivio per i rinforzi in FRP (vedi immagine 56 e 57).

Per accedere alla finestra degli *Schemi di rinforzo con FRP*, è stato utilizzato il comando **DATI DI PROGETTO ► INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO ► RINFORZI FRP cls/FRP muratura**.

I suddetti archivi sono stati creati, con l'ausilio anche della scheda tecnica di una delle tante tipologie di FRP presenti in commercio, compilando i seguenti campi.

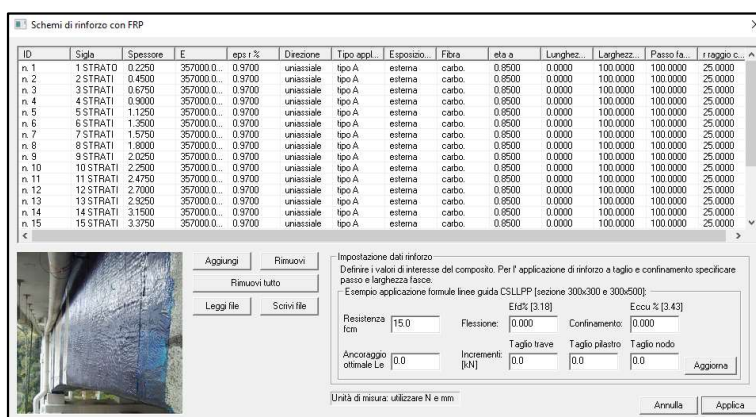


Immagine 56 - Archivio schemi di rinforzo FRP cls

- **Sigla** nome del rinforzo;
- **Spessore** spessore del rinforzo;
- **E** modulo di elasticità del rinforzo;
- **Eps r %** deformazione a rottura del rinforzo;
- **Direzione:** uniassiale, biassiale, triassiale o quadriassiale;
- **Tipo applicazione:** può essere tipo A o tipo B, come previsto dalle CNR DT200;
- **Esposizione:** interna o esterna;
- **Fibra:** vetro, aramidica, carbonio o acciaio;
- **eta a:** applicato in maniera automatica dopo la compilazione dei due campi precedenti con il valore previsto dalle CNR DT200;
- **Lunghezza ancoraggio:** se pari a 0, PRO_SAP considera la lunghezza ottimale;
- **Larghezza fasce:** valore in mm;
- **Passo fasce:** valore in mm, se si vuole assegnare un rinforzo continuo PRO_SAP chiede di impostare il passo uguale alla larghezza;
- **r raggio confinamento:** raggio di stondatura dei pilastri;

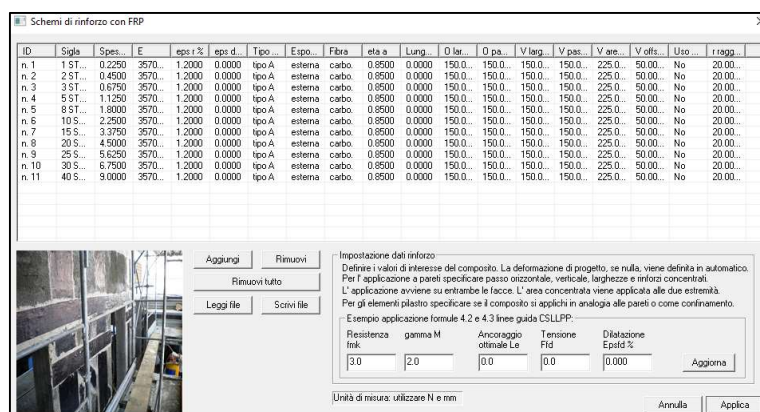


Immagine 57 - Archivio schemi di rinforzo FRP muratura

- **Sigla** nome del rinforzo;
- **Spessore** spessore del rinforzo;
- **E** modulo di elasticità del rinforzo;
- **Eps r %** deformazione a rottura del rinforzo;
- **Eps d%** deformazione di progetto (assegnando un valore pari a 0, viene calcolata automaticamente da PRO_SAP)
- **Tipo applicazione:** può essere tipo A o tipo B, come previsto dalle CNR DT200;
- **Esposizione:** interna o esterna;
- **Fibra:** vetro, aramidica, carbonio o acciaio;
- **eta a:** applicato in maniera automatica dopo la compilazione dei due campi precedenti con il valore previsto dalle CNR DT200;
- **Lunghezza ancoraggio:** se pari a 0, PRO_SAP considera la lunghezza ottimale;
- **Larghezza fasce e passo fasce orizzontali:** valore in mm;
- **Larghezza fasce e passo fasce verticali:** valore in mm;
- **Area concentrata:** valore in mm²
- **Uso:** selezionare SI se si utilizza per pilastri in muratura da confinare;
- **r raggio confinamento:** raggio di stondatura dei pilastri;

Inoltre il programma, sempre all'interno della finestra degli *Schemi di rinforzo con FRP cls/muratura*, mette a disposizione una cornice di *Impostazione dati rinforzo*, dalla quale è possibile determinare in anteprima i valori dei rinforzi (vedi immagine 58 e 59).

Per gli elementi in c.a., i valori di rinforzo sono riferiti a sezioni tipo 30x50 per le travi e 30x30 per i pilastri, sui quali orientarsi per sopperire alle carenze individuate.

Per ottenere il valore di uno dei rinforzi archiviati, è stato sufficiente cliccare sulla riga del rinforzo da controllare, compilare la cella riferita al valore della resistenza a compressione media del calcestruzzo **fcm** e cliccare sul pulsante *Aggiorna*.

Impostazione dati rinforzo
Definire i valori di interesse del composito. Per l'applicazione di rinforzo a taglio e confinamento specificare passo e larghezza fasce.
Esempio applicazione formule linee guida CSLLPP [sezione 300x300 e 300x500]:

Resistenza fcm	32.0	Flessione: Efd% [3.18]	Confinamento: Eccu % [3.43]
Ancoraggio ottimale Le	126.8	Incrementi [kN]	Taglio trave
		79.6	57.0
		Taglio pilastro	Taglio nodo
		160.7	160.7

Aggiorna

Immagine 58 - Cornice impostazioni dati rinforzo FRP cls

Nel caso delle murature portanti un valore, è stato necessario cliccare sulla riga del fibrorinforzo, oggetto del calcolo, assegnare i valori della resistenza a compressione caratteristica (fmk), il coefficiente di sicurezza (γ_M) sul materiale, e cliccare il pulsante *Aggiorna*.

Impostazione dati rinforzo
Definire i valori di interesse del composito. La deformazione di progetto, se nulla, viene definita in automatico. Per l'applicazione a pareti specificare passo orizzontale, verticale, larghezze e rinforzi concentrati. L'applicazione avviene su entrambe le facce. L'area concentrata viene applicata alle due estremità. Per gli elementi pilastro specificare se il composito si applichi in analogia alle pareti o come confinamento.
Esempio applicazione formule 4.2 e 4.3 linee guida CSLLPP:

Resistenza fmk	gamma M	Ancoraggio ottimale Le	Tensione Ffd	Dilatazione Epsfd %
3.0	2.0	0.0	0.0	0.000

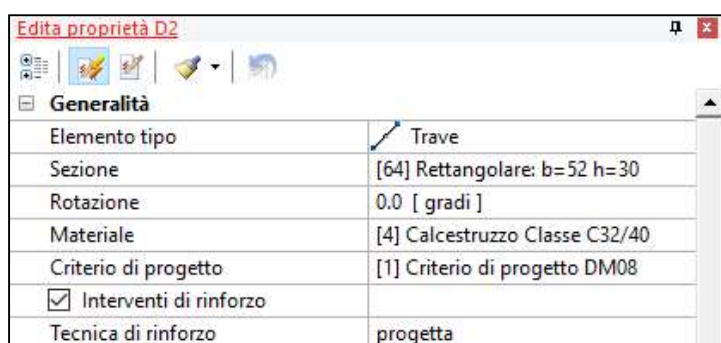
Aggiorna

Immagine 59 - Cornice impostazioni dati rinforzo FRP muratura

2.6.1 ASSEGNAZIONE DEI RINFORZI

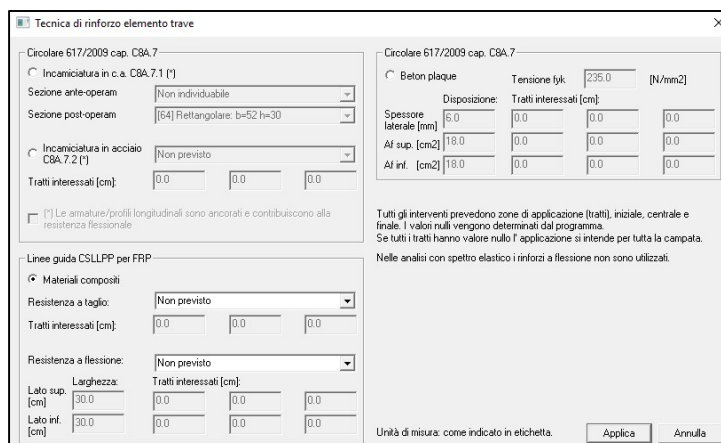
L'assegnazione dei rinforzi per gli elementi D2, è stata effettuata attraverso il comando **EDITA PROPRIETA'** nella sessione *Assegnazione dati di progetto*.

Il comando permette di accedere alla finestra *Edita proprietà D2* del singolo elemento (vedi immagine 60), da dove, selezionando la voce *Interventi di rinforzo* e cliccando su *progetta*, è stato possibile accedere alla finestra *Tecnica di rinforzo elemento trave/pilastro* (vedi immagine 61), e selezionare la tipologia di rinforzo da applicare. (vedi allegato B)



Generalità	
Elemento tipo	Trave
Sezione	[64] Rettangolare: b=52 h=30
Rotazione	0.0 [gradi]
Materiale	[4] Calcestruzzo Classe C32/40
Criterio di progetto	[1] Criterio di progetto DM08
<input checked="" type="checkbox"/> Interventi di rinforzo	
Tecnica di rinforzo	progetta

Immagine 60 - Finestra edita proprietà elemento D2



Circolare 617/2009 cap. C8A.7	
<input type="radio"/> Incrinatura in c.a. C8A.7.1 (*)	
Sezione ante-operam	Non individuabile
Sezione post-operam	[64] Rettangolare: b=52 h=30
<input type="radio"/> Incrinatura in acciaio C8A.7.2 (*)	
Non previsto	
Tratti interessati [cm]: 0.0 0.0 0.0	
<input type="checkbox"/> (*) Le ampiezze/profilo longitudinali sono ancorati e contribuiscono alla resistenza flessionale	
Linee guida CSLLPP per FRP	
<input checked="" type="radio"/> Materiali compositi	
Resistenza a taglio: Non previsto	
Tratti interessati [cm]: 0.0 0.0 0.0	
Resistenza a flessione: Non previsto	
Lunghezza: Tratti interessati [cm]:	
Lato sup. [cm]	30.0 0.0 0.0 0.0
Lato inf. [cm]	30.0 0.0 0.0 0.0
Unità di misura: come indicato in etichetta	
Applica Annulla	

Circolare 617/2009 cap. C8A.7	
<input type="radio"/> Beton plaque	Tensione fyk: 235.0 [N/mm2]
Disposizione: Tratti interessati [cm]:	
Spessore laterale [mm]	5.0 0.0 0.0 0.0
Al sup. [cm2]	18.0 0.0 0.0 0.0
Al inf. [cm2]	18.0 0.0 0.0 0.0
Tutti gli interventi prevedono zone di applicazione (tratti), iniziale, centrale e finale. I valori nulli vengono determinati dal programma. Se tutti i tratti hanno valore nullo l'applicazione si intende per tutta la campata. Nelle analisi con spettro elastico i rinforzi a flessione non sono utilizzati.	
Unità di misura: come indicato in etichetta	
Applica Annulla	

Immagine 61 - Finestra tecnica di rinforzo elemento D2

Per gli elementi D3 in muratura, i rinforzi sono stati assegnati dalla sessione di *Introduzione dati*, accedendo alla *tabella dei materiali* (vedi immagine 6), con il comando **DATI STRUTTURA ► SEZIONI/MATERIALI**.

Da quest'ultima, è stato selezionato il materiale da rinforzare e, con un doppio click sul simbolo della muratura in laterizio presente in tabella, è stato possibile passare alla finestra di *Definizioni proprietà materiale tipo muratura*. (vedi immagine 62)

Nella sezione di definizione delle proprietà, è stata selezionata la cella *Muratura consolidata*, e con il comando *Imposta*, è stata assegnata la tecnica di rinforzo, scelta per l'elemento murario selezionato, nella finestra *Intervento di consolidamento*. (vedi immagine 63)

Definizione proprietà materiale tipo muratura	
Resistenza fv0	2.0 [daN/cm ²]
Resistenza fh	15.0 [daN/cm ²]
Resistenza fb	0.0 [daN/cm ²]
<input type="checkbox"/> Elasto-plastico	
<input checked="" type="checkbox"/> Muratura consolidata	
Tecnica di intervento	Imposta
Generalità	
Peso specifico	1.1000e-03 [daN/cm ³]
Dilatazione termica	1.0000e-05 [1/C]

Immagine 62 - Finestra Definizione proprietà materiale tipo muratura

Intervento di consolidamento

☒ Tipologia di muratura originale

- ☐ Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)
- ☐ Muratura a conci sbazzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno
- ☐ Muratura in pietre a spacco con buona tessitura
- ☐ Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)
- ☐ Muratura a blocchi lapidei squadrati
- ☒ Muratura in mattoni pieni e malta di calce

☐ Consolidamento con iniezioni di miscele leganti

- ☐ Muratura originale con malta di buone caratteristiche
- ☐ Muratura originale con malta di scadenti caratteristiche

☐ Consolidamento con intonaco armato

- ☐ Muratura originale dotata di una buona connessione trasversale
- ☐ Muratura originale dotata di scarsa o nulla connessione trasversale
- ☐ Muratura originale dotata di scarsa o nulla connessione trasversale, non migliorata dal consolidamento

☐ Consolidamento con diaframi artificiali

- ☐ Muratura originale dotata di scarsa o nulla connessione trasversale

☒ Altri interventi di consolidamento

- ☒ Compositi fibrorinforzati
- ☐ Tirantature metalliche diffuse

Schema applicazione:

[4] 5 STRATI

Immagine 63 - Finestra intervento di consolidamento muratura

Per gli elementi D3 in c.a., il programma non prevede una procedura per il miglioramento delle resistenze delle pareti in ca e, quindi, è stato necessario procedere in maniera alternativa, per simulare l'incamicitura delle pareti non verificate.

Con il suddetto scopo, sono state incrementate sia la sezione dell'elemento, sia la dimensione della maglia di acciaio, come di seguito descritto (vedi allegato 3).

Per incrementare la sezione, è stato utilizzato il comando **EDITA**, con il quale, selezionando l'elemento *D3*, è stato possibile accedere alla finestra *Edita proprietà D3* (vedi immagine 8) e ampliare lo spessore della parete.

Per la maglia in acciaio, è stato necessario variare i dati presenti nella *Tabella dei criteri di progetto*, cliccando su **DATI STRUTTURA ► CRITERI DI PROGETTO ► Pareti c.a** (vedi immagine 64).

Tabella dei criteri di progetto					
Pilastri acc.	Travi acc.		Muratura	Legno	XLAM
Pareti c.a.	Gusci c.a.	Travi c.a.	Pilastri c.a.	Solai e pannelli	Aste acc.
Minima tesa			0.25		
Massima tesa			4.0		
<input type="checkbox"/> Maglia unica centrale					
Copriferro			2.0 [cm]		
[-] Maglia V					
diámetro			20		
passo			15		
diámetro aggiuntivi			20		
[-] Maglia O					
diámetro			20		
passo			15		
diámetro aggiuntivi			20		

Immagine 64 - Tabella dei criteri di progetto

2.7 VERIFICA FINALE DEL MODELLO

Applicati i rinforzi, è stato necessario rieseguire tutte le analisi e le verifiche. Partendo dalla prima sessione di *Introduzione dati*, è stato effettuato nuovamente il check dati struttura con il comando **CONTESTO ► CHECK DATI STRUTTURA**, alla fine del quale non si sono riscontrati errori (vedi immagine 65).

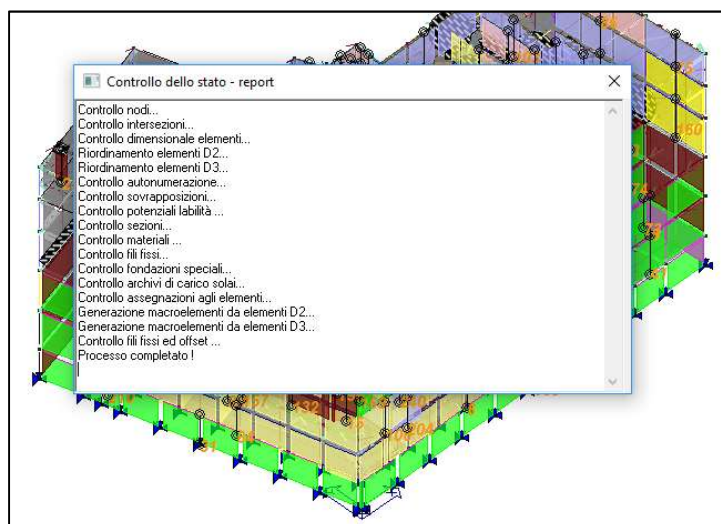


Immagine 65 - Report check dati struttura

Nella successiva sessione di *Assegnazione carichi*, è stata avviata di nuovo l'analisi con il comando **ESECUZIONE ANALISI**, ottenendo anche qui risultati conformi per passare alle successive verifiche (vedi immagine 66).

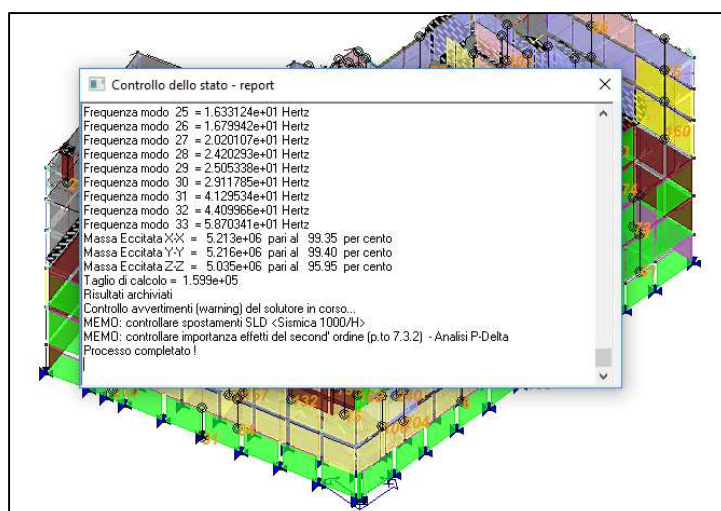


Immagine 66 - Report analisi assegnazione rinforzi

Le ultime due verifiche, sono state avviate dalla sessione di *Assegnazione dati di progetto*, selezionando tutti gli elementi che costituiscono il modello e utilizzando, per la prima verifica, il comando **CONTESTO ► ESECUZIONE PROGETTAZIONE ► VERIFICA SCHEMI DI ARMATURA**, e, per la seconda, il comando **CONTESTO ► ESECUZIONE PROGETTAZIONE ► VERIFICA EDIFICIO ESISTENTE**.

Al termine della verifica schemi di armatura, diversamente da quanto accaduto nella verifica precedente all'applicazione dei rinforzi, non ci sono stati avvisi di eventuali elementi *D2* o *D3* non verificati.

Ultimata con successo anche la seconda verifica dell'edificio e ottenuto il rispettivo report (vedi immagine 67), utilizzando i comandi **TRAVI/PILASTRI/D3 ► STATO PROGETTO SLU e MOSTRA S.L. POST OPERAM**, è stata controllata la presenza di eventuali elementi non verificati.

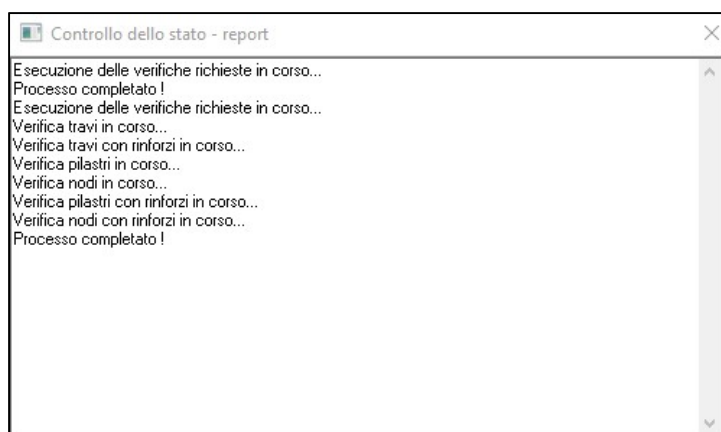


Immagine 67 - Report verifica edificio esistente

Grazie ai rinforzi applicati, come è possibile determinare dalle successive immagini, tutti gli elementi che caratterizzano la struttura risultano di colore ciano e quindi verificati (vedi immagini dalla 68 alla 71).

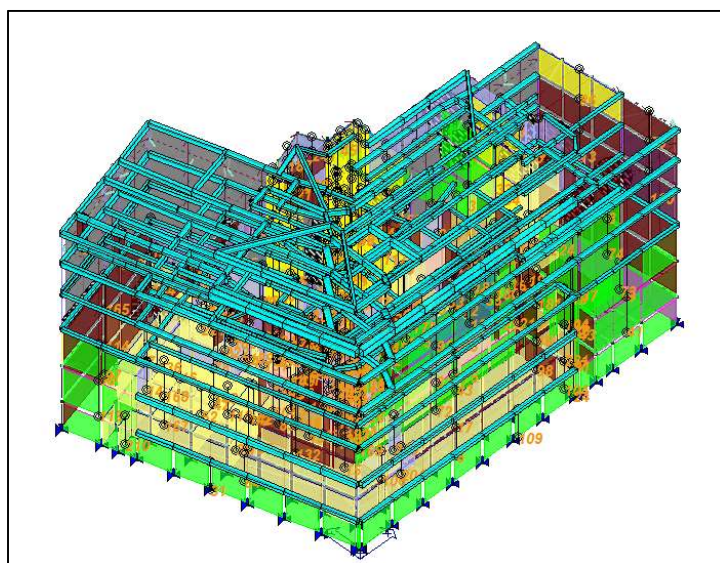


Immagine 68 - SLU delle travi con rinforzi

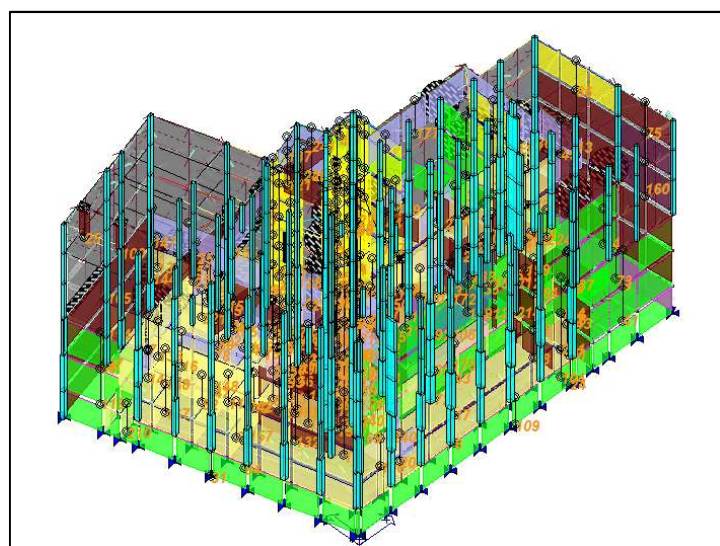


Immagine 69 - SLU dei pilastri con rinforzi

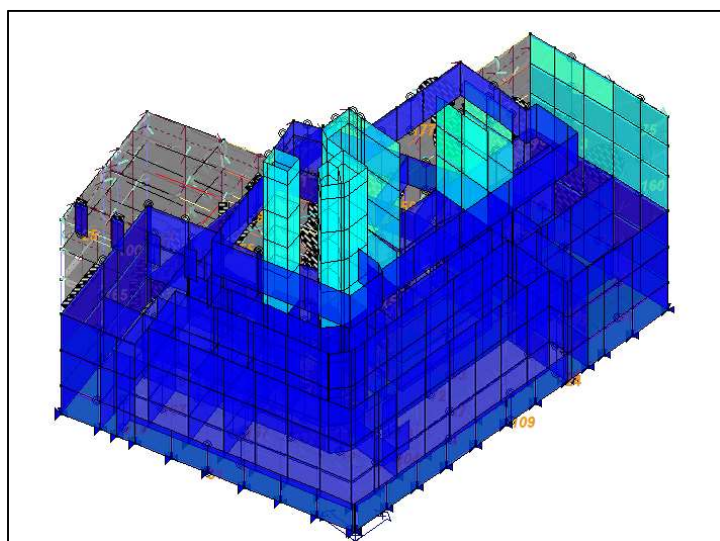


Immagine 70 - SLU delle murature in c.a. con rinforzi

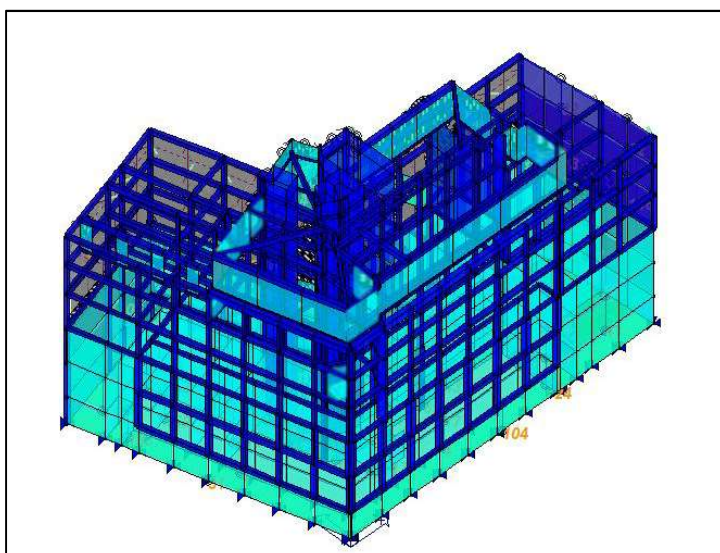


Immagine 71 - SLU murature portanti con rinforzi

L'edificio può, a questo punto, resistere a una sollecitazione sismica del 10%, come previsto per gli edifici di classe **II** nel par. **8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO** delle **NTC2018** (vedi immagine 45).

3. PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA E IL DM 936/2016

Inerentemente all'attività di progettazione della residenza universitaria, è risultato fondamentale l'ausilio del **DM 28/11/2016 n° 936**, che richiede l'adempimento di standard minimi dimensionali e qualitativi, concernenti la realizzazione di alloggi e residenze per studenti universitari.

Il decreto, nell'allegato **A**, stila un elenco di caratteristiche per gli alloggi, e le residenze destinate agli studenti universitari suddivise nei seguenti paragrafi:

1. *Finalità;*
2. *Definizioni;*
3. *Tipologie di alloggi e residenze per studenti;*
4. *Le funzioni delle residenze per studenti;*
5. *Criteri generali relativi ai requisiti degli interventi di edilizia residenziale per studenti;*
6. *Criteri relativi al dimensionamento funzionale ed edilizio generale;*
7. *Requisiti delle unità ambientali.*

Al punto **1**, vengono descritti quali sono i criteri e gli obiettivi da perseguire con l'ausilio del decreto:

Gli alloggi e le residenze universitarie devono garantire allo studente le necessarie condizioni di permanenza nella città sede di università, tali da agevolare la frequenza degli studi e il conseguimento del titolo di studio, sia per quanto attiene alle funzioni residenziali e alle funzioni di supporto correlate, sia per quanto attiene alle funzioni di supporto alla didattica e alla ricerca e alle attività culturali e ricreative. Il servizio abitativo deve favorire inoltre l'integrazione sociale e culturale degli studenti nella vita cittadina. A questo scopo le presenti norme forniscono i criteri qualitativi di funzionalità urbanistica ed edilizia e definiscono gli indici di dimensionamento delle residenze per studenti.

Al punto **2**, per interpretare e utilizzare in maniera corretta il decreto viene specificato il significato di alcuni termini:

- **residenze per studenti o residenza studentesca**, l'edificio o il complesso di edifici destinati alle funzioni di residenza per studenti universitari e relativi servizi, a prescindere dalla particolare tipologia in base alla quale possono essere realizzate, altrimenti definite con la locuzione «alloggi e residenze per studenti» nel decreto ministeriale di cui il presente documento costituisce parte integrante;
- **area funzionale**, il raggruppamento di funzioni, con finalizzazione specifica, che si esplicano in una o più unità ambientali destinate allo svolgimento di attività connesse alle principali funzioni svolte;
- **unità ambientale**, lo spazio definito in relazione a determinati modelli di comportamento dell'utenza destinata ad accogliere un'attività o un raggruppamento di attività compatibili spazialmente e temporalmente.

Le tipologie di alloggi, e le inerenti caratteristiche vengono elencate al punto **3**, come segue:

- **ad albergo**. L'organizzazione spaziale è generalmente impostata su corridoi sui quali si affacciano le camere singole (preferenziale) o doppie. Questo tipo è realizzabile preferibilmente con bagno di pertinenza. Al fine di ridurre i costi della struttura sono ammesse soluzioni nelle quali un bagno di pertinenza sia condivisibile da due stanze. I servizi residenziali collettivi sono concentrati in zone definite e separate dalle camere dei residenti;
- **a minialloggi**. Prevede l'alloggiamento degli studenti in veri e propri appartamenti di piccole dimensioni raggruppati intorno a zone di distribuzione. Ogni appartamento, destinato preferibilmente ad uno o due utenti, è autonomo in quanto dotato di zona cottura, servizio igienico ed eventuale zona giorno. Gli spazi comuni dell'intero complesso sono molto ridotti e riferiti a servizi essenziali;
- **a nuclei integrati**. È costituita da un numero variabile di camere, preferibilmente singole, in grado di ospitare generalmente da 3 a 8 studenti, che fanno riferimento per alcune funzioni (preparazione pasti, pranzo e soggiorno, ecc.) ad ambiti spaziali riservati, dando luogo a nuclei separati d'utenza;
- **misti**. Soluzione nella quale sono compresenti diversi tipi distributivi. La residenza deve inoltre essere in grado di ospitare differenti tipi di utenti (studenti, borsisti, studenti sposati, etc.), al fine di garantire ed incentivare i processi di socializzazione e integrazione.

Al punto **4**, sono riportate le funzioni residenziali e i servizi di cui è prevista la compresenza per adempiere alle esigenze individuali e sociali.

Tali funzioni, sono suddivise in:

- **AF1, Residenza**, comprende le funzioni residenziali per gli studenti;
- **AF2, Servizi culturali e didattici**, comprende le funzioni di studio, ricerca, documentazione, lettura, riunione, ecc., che lo studente compie in forma individuale o di gruppo anche al di fuori del proprio ambito residenziale privato o semiprivato;
- **AF3, Servizi ricreativi**, comprende le funzioni di tempo libero finalizzate allo svago, alla formazione culturale non istituzionale, alla cultura fisica, alla conoscenza interpersonale e socializzazione, ecc., che lo studente compie in forma individuale o di gruppo al di fuori del proprio ambito residenziale privato o semiprivato;
- **AF4, Servizi di supporto**, gestionali e amministrativi, comprende le funzioni che supportano la funzione residenziale dello studente e le funzioni esercitate dal personale di gestione in ordine al corretto funzionamento della struttura residenziale; accesso e distribuzione, comprende le funzioni di accesso, di accoglienza, di incontro e di scambio tra gli studenti e le funzioni di collegamento spaziale tra aree funzionali e all'interno di queste; parcheggio integrato dei mezzi in uso agli utenti e servizi tecnologici, comprende spazi di parcheggio auto/moto/biciclette e mezzi di mobilità urbana individuale per persone con disabilità fisiche o sensoriali e la dotazione di vani tecnici e servizi tecnologici in genere, tra i quali punti di ricarica per i mezzi a propulsione elettrica. Nelle residenze per studenti può essere prevista la funzione residenziale (AF1) per il dirigente del servizio abitativo studentesco (alloggio per il direttore) e/o per il custode della struttura (alloggio per il custode).;

I criteri da rispettare, quando è possibile nel caso di strutture recuperate, sono definiti al passo **5** e sono distinti in 6 tipologie:

- **5.1. Compatibilità ambientale**: i principi di salvaguardia ambientale, dovranno essere rispettati, quando possibile, anche negli interventi di manutenzione straordinaria, recupero o ristrutturazione di edifici esistenti; devono inoltre essere adottate soluzioni atte a limitare i consumi energetici e idrici, ricorrendo quando possibile a fonti energetiche rinnovabili o a altri sistemi impiantistici;

- **5.2. Integrazione con la città e i servizi:** nel caso di nuove costruzioni e di recupero o ristrutturazione di edifici esistenti da adibire a residenza per studenti, l'intervento deve essere integrato nel contesto cittadino in cui è previsto al fine di costituire un continuum nel tessuto sociale e dei servizi; La dislocazione delle residenze per studenti deve tener conto della facile raggiungibilità delle sedi universitarie e dei servizi che possono maggiormente interessare la popolazione studentesca. A tal fine devono essere considerate le distanze percorribili a piedi o in bicicletta e la vicinanza alle fermate dei mezzi di trasporto pubblico cittadino;
- **5.3. Compresenza dei livelli di individualità e socialità nella fruizione:** la residenza per studenti deve rispondere alla duplice esigenza degli studenti di individualità e di socialità attraverso una adeguata previsione e ripartizione di spazi a carattere privato e semi-privato, e spazi a carattere collettivo e semi-collettivo; per quanto riguarda la funzione residenziale devono essere garantiti sia ambiti individuali di studio e riposo che ambiti collettivi di socializzazione per il gruppo ristretto dei coabitanti; per quanto riguarda i servizi devono essere previsti ambiti collettivi di svolgimento delle attività comuni di tipo socializzante in cui siano presenti i diversi livelli di appropriazione e fruizione dello spazio sia da parte del piccolo gruppo che del gruppo di maggiori dimensioni; a tal fine è necessario agire sulla distribuzione e morfologia degli spazi e sulla disposizione dell'arredo e delle attrezzature. Lo spazio connettivo può essere utilizzato per creare quelle opportunità di incontro e socializzazione sia nell'ambito residenziale che in quello dei servizi.
- **5.4. Integrazione delle tecnologie informatiche e multimediali:** la residenza per studenti deve prevedere l'integrazione delle tecnologie informatiche e multimediali;
- **5.5. Orientamento ambientale:** la residenza per studenti deve consentire una fruizione autonoma da parte di tutti gli studenti e degli utenti esterni; a tal fine ogni ambito funzionale e le diverse unità ambientali devono essere facilmente riconoscibili, negli spazi di distribuzione devono essere previsti accorgimenti specifici per facilitare l'orientamento, tenuto conto delle esigenze di tutti gli utenti, in rapporto alle capacità fisiche, sensoriali e percettive. Le soluzioni da adottare sono da valutare in rapporto alla organizzazione degli spazi prevista nel progetto. In particolare: devono essere chiaramente distinguibili i punti di accesso alle parti residenziali e alle parti di servizio e devono essere entrambe facilmente raggiungibili senza interferenze; negli edifici multipiano, dall'atrio di ingresso si devono poter raggiungere con immediatezza scale e ascensori e comunque il connettivo verticale deve essere efficacemente segnalato fin dall'ingresso;
- **5.6. Manutenzione e gestione:** la residenza per studenti deve rispondere a requisiti di massima manutenibilità, durabilità e sostituibilità dei materiali e componenti e di controllabilità nel tempo delle prestazioni, in un'ottica di ottimizzazione del costo globale dell'intervento. Le tecnologie adottate devono tener conto delle possibili dinamiche di obsolescenza e degrado; le soluzioni tecniche e i relativi dettagli costruttivi devono essere progettati in relazione alla qualità nel tempo. L'edificio e i suoi sottosistemi devono assicurare la controllabilità e la facilità degli interventi manutentivi.

Per il dimensionamento funzionale ed edilizio degli spazi, è possibile riferirsi al punto 6, che definisce quali sono le condizioni specifiche da rispettare, suddivise in funzioni residenziali e di servizio.

- **6.1. Funzioni residenziali (AF1):**

6.1.1. *la superficie netta da adibire alle funzioni residenziali deve essere uguale o superiore a 12,5 m²/p.a. (posto alloggio) per la camera singola (incluso il servizio igienico) o 9,5 m²/p.a. per la camera doppia (incluso il servizio igienico);*

6.1.2. *per gli utenti con disabilità fisiche o sensoriali deve essere riservato un numero di posti alloggio = 5% del numero di posti alloggio totali. In tal caso la superficie a posto alloggio deve essere incrementata almeno del 10%.*

- **6.2. Funzioni di servizio (AF2+AF3+AF4) :**

6.2.1. *la superficie netta da adibire alle funzioni di servizio a posto alloggio deve essere = 5,0 m²/p.a. per tutte le tipologie, ridotto = 3,0 m²/p.a. solo nel caso di tipologia a nuclei integrati, e dovrà comprendere i Servizi culturali e didattici (AF2), i Servizi ricreativi (AF3) ed i Servizi di supporto (AF4);*

6.2.2. *nell'ambito dello standard di superficie destinato alle funzioni di servizio, deve essere garantita una superficie minima di 2,0 m²/p.a. per i Servizi culturali e didattici (AF2) e per i Servizi ricreativi (AF3). La restante quota di superficie destinata ai servizi può essere utilizzata in funzione delle esigenze e priorità definite da ciascun programma d'intervento;*

6.2.3. *nell'ambito delle funzioni di servizio le unità ambientali sala/e studio e aula/e riunioni, dotate di wi-fi, devono essere sempre presenti.*

Infine, i requisiti delle singole unità ambientali sono elencati nel punto 7, e sono classificati come segue:

- **7.1. Area funzionale *residenza* (AF1).**

I requisiti dimensionali minimi di superficie netta sono i seguenti: camera singola (posto letto, posto studio) = 11,0 m²; camera doppia (due posti letto, posto studio) = 16,0 m². Non sono ammesse camere con più di due posti alloggio; servizio igienico (lavabo, doccia, wc, bidet), condivisibile fino ad un massimo di tre posti alloggio, = 3,0 m²; nel caso di zona preparazione e consumazione pasti interna alla camera si prevede un aumento della superficie della stessa di almeno 1,0 m². Per i posti alloggio sprovvisti di zona preparazione e consumazione pasti (angolo cottura) devono essere previsti uno o più spazi di preparazione e consumazione pasti (cucine collettive), inclusi i relativi spazi di servizio, dimensionati e strutturati, nel numero e nella tipologia, in funzione delle esigenze e necessità definite da ciascun programma d'intervento.

Tale disposizione puo' non essere rispettata nel caso in cui sia disponibile un adeguato servizio di ristorazione all'interno e/o nei pressi della residenza. Le superfici degli spazi di preparazione e consumazione pasti, siano essi strutturati nella forma di «cucine collettive» (esterne agli alloggi) e/o di "mensa interna alla struttura" (inclusi i locali accessori), saranno computate come aree funzionali di servizi di supporto, gestionali e amministrativi (AF4);

- **7.2. Area funzionale *servizi culturali e didattici (AF2).***

L'AF2 si articola nelle seguenti unita' ambientali: sala/e studio; aula/e riunioni. La sala studio deve consentire lo svolgimento dell'attivita' secondo le modalita' previste dalla tipologia di studi e con l'attrezzatura adeguata. L'aula riunioni deve consentire sia le riunioni tra gli studenti ai fini di studio e culturali che le lezioni o seminari a carattere didattico. L'arredo deve essere flessibile in modo tale da rendere possibile i diversi tipi di utilizzo. L'AF2 puo', inoltre, comprendere anche una o piu' delle seguenti unita' ambientali: biblioteca (deposito e consultazione), inclusi i vani di servizio connessi; sala conferenze, inclusi i vani di servizio connessi; auditorium, inclusi i vani di servizio connessi;

- **7.3. Area funzionale *servizi ricreativi (AF3).***

L'AF3 puo' essere articolata nelle seguenti unita' ambientali: emeroteca; sala/e video; sala/e musica; spazio/i internet; sala/e giochi; palestra-fitness, inclusi eventuali locali accessori (spogliatoi, depositi, servizi igienici, etc.). L'emeroteca e' un locale o uno spazio dedicato, adeguatamente attrezzato, nel quale e' possibile consultare quotidiani, settimanali e riviste italiane e/o straniere. La sala video deve consentire di assistere ai programmi televisivi o alla proiezione di registrazioni video. La sala musica deve consentire l'ascolto di brani musicali in forma collettiva. Lo spazio internet e' costituito da una serie di postazioni attrezzate con personal computer e dotate di connessione alla rete internet. La sala giochi deve consentire lo svolgimento di attivita' ludiche secondo le varie tipologie di gioco previste e con l'attrezzatura adeguata. Nella sala giochi si deve prevedere anche la possibilita' di effettuare feste tra gli studenti. La palestra-fitness, compresi eventuali locali accessori connessi alla sua funzionalita' (depositi, spogliatoi, servizi igienici, etc.), deve consentire lo svolgimento di attivita' per l'esercizio fisico con attrezzi e senza di tipo individuale o collettivo e deve essere attrezzata in funzione del tipo di attivita' fisica prevista, garantendo una fruibilita' degli spazi e attrezzature adeguate anche alle persone con disabilita' fisiche o sensoriali. Possono essere previsti spogliatoi e servizi igienici in numero commisurato all'utenza esterna prevista a discrezione dell'operatore e in accordo con le norme sanitarie locali;

- **7.4. Area funzionale *servizi di supporto, gestionali e amministrativi (AF4).***

L'AF4 puo' essere articolata nelle seguenti unita' ambientali: lavanderia/stireria; parcheggio biciclette e mezzi di mobilita' urbana individuale per persone con disabilita' fisica o sensoriale; guardaroba; depositi per biancheria e prodotti di pulizia; magazzino; spazi funzionali all'organizzazione della raccolta differenziata dei rifiuti: per la dislocazione, la raccolta e lo smistamento dei contenitori materiali da avviare al riciclo; per la predisposizione di attivita' di recupero e riuso (libri, attrezzature, oggettistica e altro); ufficio e spazi analoghi destinati alla conduzione gestionale; spogliatoi per il personale; mensa/self service e locali accessori (spogliatoi, depositi, etc.); spazi di

preparazione e consumazione pasti; caffetteria-bar; minimarket. La lavanderia-stireria deve consentire il lavaggio degli indumenti personali degli studenti residenti con macchine lavatrici e la successiva asciugatura e stiratura. Il parcheggio biciclette deve consentire il ricovero delle biciclette degli studenti residenti. Il guardaroba deve consentire il deposito di bagagli o effetti personali degli studenti durante i prolungati periodi di assenza. I depositi per biancheria e prodotti di pulizia devono consentire la custodia e il ricambio della biancheria per il numero dei posti alloggio previsti. Il magazzino deve consentire il deposito di materiale e attrezzatura per la manutenzione della residenza e dei servizi e l'effettuazione di piccole operazioni di manutenzione sulle attrezzature della struttura;

- **7.5. Funzioni di accesso e distribuzione:**

la superficie da attribuire agli spazi di accesso e distribuzione deve essere =35% del totale della superficie netta degli spazi per la residenza e per i servizi, ad eccezione che per gli interventi sul patrimonio edilizio esistente; l'insieme delle funzioni di Accesso e distribuzione si articola nei seguenti spazi: ingresso; percorsi; servizi igienici generali. L'ingresso deve consentire non solo l'accesso alla struttura, ma anche lo svolgimento di attivita' di incontro, scambio e socializzazione tra gli studenti. Nella zona ingresso puo' essere collocata la zona di ricevimento presidiata dal portiere e puo' essere allocato lo spazio per la lettura dei quotidiani (emeroteca). Lo spazio di ingresso deve, inoltre, prevedere zone per l'affissione di informazioni per e dagli studenti. Ove l'ingresso assuma caratteristica di spazio di relazione la relativa superficie puo' considerarsi parte dell'area AF3. I percorsi consentono la funzione di collegamento tra unita' ambientali e possono consentire anche lo svolgimento di attivita' accessorie o complementari alle funzioni residenziali e di servizio, come spazi per l'attesa e la sosta, per il relax e per lo scambio e la socializzazione degli studenti residenti e non, e come tali devono garantire adeguate condizioni di illuminazione e aerazione preferibilmente naturali. Ove i percorsi presentino allargamenti o aree riservate per le suddette funzioni di scambio, le relative superfici possono eventualmente considerarsi accessorie alle aree funzionali entro le quali sono collocate. In prossimita' degli spazi a carattere collettivo e dei nuclei di residenza devono essere previsti servizi igienici generali fruibili sia dagli ospiti interni sia da quelli esterni; un servizio igienico ad ogni piano deve essere accessibile alle persone con disabilita' fisica o sensoriale.

- **7.6. Funzioni di parcheggio auto e servizi tecnologici.** *L'insieme delle funzioni di parcheggio integrato e servizi tecnologici si articola nei seguenti spazi: spazi di parcheggio auto/moto/biciclette e mezzi di mobilita' urbana individuale per persone con disabilita' fisiche o sensoriali; vani tecnici e servizi tecnologici in funzione di complessita' e tipologia degli impianti. Puo', inoltre, prevedersi un'adeguata dotazione di punti di ricarica per i mezzi a propulsione elettrica con sistemi di imputazione dei costi.*

3.1 SOLUZIONI ADOTTATE NELLA PROGETTAZIONE

Seguendo l'ordine dei requisiti elencati nel decreto, saranno descritte tutte le soluzioni progettuali che sono state adottate per l'edificio oggetto della seguente tesi. Tralasciando i punti **1,2** e **7**, che descrivono argomenti non necessari ai fini finali della progettazione, si arriva direttamente al punto **3**.

Tra le tipologie di alloggi presenti nell'elenco del punto **3**, è stato scelto di adottare la tipologia ad albergo con un'organizzazione spaziale, impostata sul corridoio centrale, sul quale si affacciano le camere singole o doppie, e gli ambienti dedicati ai servizi.

Per adempiere alle differenti funzioni necessarie, come previsto nel punto **4**, nella progettazione dell'edificio sono stati previsti diversi spazi, di seguito elencati:

- Stanze, con servizio incluso, singole, doppie e per studenti su sedia a rotelle, per adempiere alla funzione **Residenza (AF1)**;
- Sale studio e sale riunioni su ogni piano residenziale per soddisfare la funzione dedicata ai **Servizi culturali e didattici (AF2)**;
- Una palestra nel piano interrato, un'ampio cortile all'aperto interno alla struttura con adiacente snack bar e ciclofficina, stanze living su ogni piano adibito a residenziale e un bar nel quale è possibile ascoltare musica dal vivo in cima all'edificio, sono gli spazi dedicati alla funzione dei **Servizi ricreativi (AF3)**;
- Parcheggio bici, una rampa di accesso per studenti su sedia a rotelle, la residenza per il custode, gli uffici amministrativi, la reception, l'infermeria, una lavanderia e una cartoleria/libreria/centro stampa sono stati previsti per assolvere alla funzione di **Servizi e supporto (AF4)**. Non sono stati previsti parcheggi auto o moto per incentivare l'utilizzo delle bici, dei mezzi pubblici e anche del car sharing a propulsione elettrica presente con diversi punti ricarica in prossimità dell'ingresso principale dell'immobile.

Per il punto **5**, la **Compatibilità ambientale** è stata rispettata prevedendo l'utilizzo di materiali naturali, e quando possibile, riciclati e riciclabili, inserendo nel progetto un sistema di raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche (vedi allegato C4) e un impianto fotovoltaico in copertura (vedi allegato C2).

L'integrazione con la città è stata garantita dai servizi ricreativi e di supporto previsti all'interno della residenza e dalla facile raggiungibilità in primo luogo delle sedi universitarie e, in secondo luogo, di tutte le altre zone di interesse presenti nella città di Torino. Ad esempio, dalla residenza situata in corso Peschiera, è possibile raggiungere agevolmente a piedi il Politecnico di Torino, situato in corso Duca degli Abruzzi, a circa un chilometro e mezzo, e, utilizzando i molteplici mezzi pubblici disponibili in piazza Sabotino, a soli cento metri di distanza, tutte le altre sedi universitarie e i punti di interesse (vedi allegato C0).

La **Compresenza dei livelli di individualità e socialità nella fruizione**, è stata soddisfatta inserendo diversi ambienti di studio e socializzazione (vedi allegato C2) individuali e collettivi, come elencato nella parte precedente riferita alle funzioni, previsti su ogni piano della residenza. I suddetti ambienti, inoltre, saranno caratterizzati dalla presenza di corretti strumenti per soddisfare anche **l'integrazione delle tecnologie informatiche e multimediali** previste al punto 5.4.

L'orientamento ambientale è stato rispettato progettando differenti accessi, per il residenziale, per l'alloggio del custode e per accedere ai diversi servizi presenti nella struttura, inoltre, una corretta segnaletica sarà installata per agevolare la fruizione autonoma dell'intero immobile.

Infine, per assicurare una buona **Manutenzione e gestione** della residenza, sono stati previsti materiali di lunga durata e specifiche aree adibite agli impianti, situate nel piano interrato, nelle quali saranno presenti strumenti per il controllo della qualità.

Gli ambienti residenziali e di servizio progettati, sono contraddistinti da una superficie pari o di gran lunga superiore a quella prevista nel punto 6. (vedi allegato C2)

Nello specifico, per gli ambienti residenziali, le stanze singole con servizio annesso rispettano la superficie minima di 12 m², le stanze doppie con servizio rispettano la minima superficie di 19 m², e i quattro alloggi progettati per gli studenti su sedia a rotelle sono maggiori rispetto ai 3,15 alloggi, richiesti nel punto 6.1.2 delle linee guida, equivalenti al 5% dei 63 posti alloggio totali.

Gli ambienti e gli spazi dedicati ai servizi previsti dalle funzioni AF2, AF3 e AF4 sono contraddistinti da una superficie totale di circa 1200 m² soddisfacendo ampiamente

sia i 315 m², pari a 5 m² per posto alloggio, previsti per soddisfare le funzioni AF2, AF3 e AF4, sia i 126 m², pari a 2 m² per posto alloggio, previsti per soddisfare solo le funzioni AF2 e AF3, come stabilito al punto **6.2** del decreto. (vedi allegato C2)

Partendo dalla situazione ante operam (vedi allegato C0) sono state definite altre soluzioni, necessarie ai fini della riqualificazione energetica e il cambio di destinazione dell'immobile, di seguito elencate:

1. Rimozione dell'attuale manto di copertura e posa in opera del nuovo pacchetto di copertura (vedi allegato D0) con pannello isolante integrato;
2. Demolizione pavimentazioni e partizioni esistenti; (vedi allegato C1)
3. Ridimensionamento delle aperture in funzione dei nuovi spazi;
4. Scavo e opere di risanamento del piano interrato; (vedi allegato D1)
5. Posa in opera dei nuovi pavimenti con integrati strato isolante e, ai piani residenziali, pannelli radianti; (vedi allegato D2)
6. Realizzazione delle partizioni dei nuovi ambienti; (vedi allegato C1-C2)
7. Posa in opera dell'isolamento a cappotto interno alle murature perimetrali; (vedi allegato D3)
8. Realizzazione degli impianti; (vedi allegati C3, C4, C5, C6 e C7)
9. Realizzazione delle controsoffittature; (vedi allegato C9)
10. Installazione nuovi infissi. (vedi allegato D4)

4. CONCLUSIONI

Il recupero dell'edificio oggetto della presenti tesi, è stato realizzato principalmente in due parti, contraddistinte dalla verifica strutturale, con successivo adeguamento normativo e dalla progettazione architettonica.

La prima parte, svolta attraverso l'ausilio del software PRO_SAP dell'azienda 2Si software e servizi per l'ingegneria srl, mi ha permesso di individuare le carenze strutturali che caratterizzano l'immobile, applicare dei rinforzi in materiale composito FRB o con l'ausilio della tecnica dell'incamiciatura, e di raggiungere un valore di miglioramento pari al 10% della resistenza attuale, come previsto nel cap. 8 al par. 8.4.2 delle Norme tecniche delle costruzioni 2018 per gli edifici di classe d'uso II.

La progettazione architettonica, svolta seguendo in parte le linee guida del DM 28/11/2016 n°936, è stata basata sul rispetto dei fattori ambientali, integrando soluzioni atte a ridurre il consumo energetico e di acqua potabile, utilizzando materiali naturali, riciclati e/o riciclabili, e garantendo il benessere psicofisico dei futuri residenti rispettando le giuste quantità di superficie, luce e aria negli ambienti a loro destinati.

Entrambe le parti, mi hanno consentito di imparare a gestire uno dei software di calcolo strutturale attualmente più utilizzati in Italia, e di approfondire gli argomenti che hanno maggiormente stimolato il mio interesse durante il percorso di studi, comprendendo le svariate difficoltà alle quali si va incontro quando si decide di affrontare un progetto di riqualificazione di un edificio.

Concludendo, mi piacerebbe aggiungere che, tutto il lavoro necessario per raggiungere lo scopo finale è, però, sempre e comunque ampiamente giustificato dalla necessità di preservare e riqualificare il patrimonio edilizio esistente donandogli nuova vita.

Non bisogna guardare solo verso gli edifici di valenza storica, che oggettivamente devono essere tutelati, ma anche verso gli edifici anonimi, ampiamente presenti sul territorio nazionale italiano, per ridurre al minimo i progetti di nuove realizzazioni indotti dal continuo aumento demografico subito dalle moderne città.

Così facendo, sarà possibile ridurre l'inquinamento causato dall'attività edilizia e preservare gli spazi aperti, dedicandoli al verde pubblico o ad altre funzioni, che non prevedono ulteriore occupazione di suolo.

Questo non vuol dire fare un passo indietro nei campi della progettazione e della sperimentazione nel settore edilizio, per molti anni simboli delle nuove opere, ma, al contrario, espandere i confini di entrambi per aumentare il numero di materiali e tecniche costruttive impiegabili sul patrimonio già esistente.

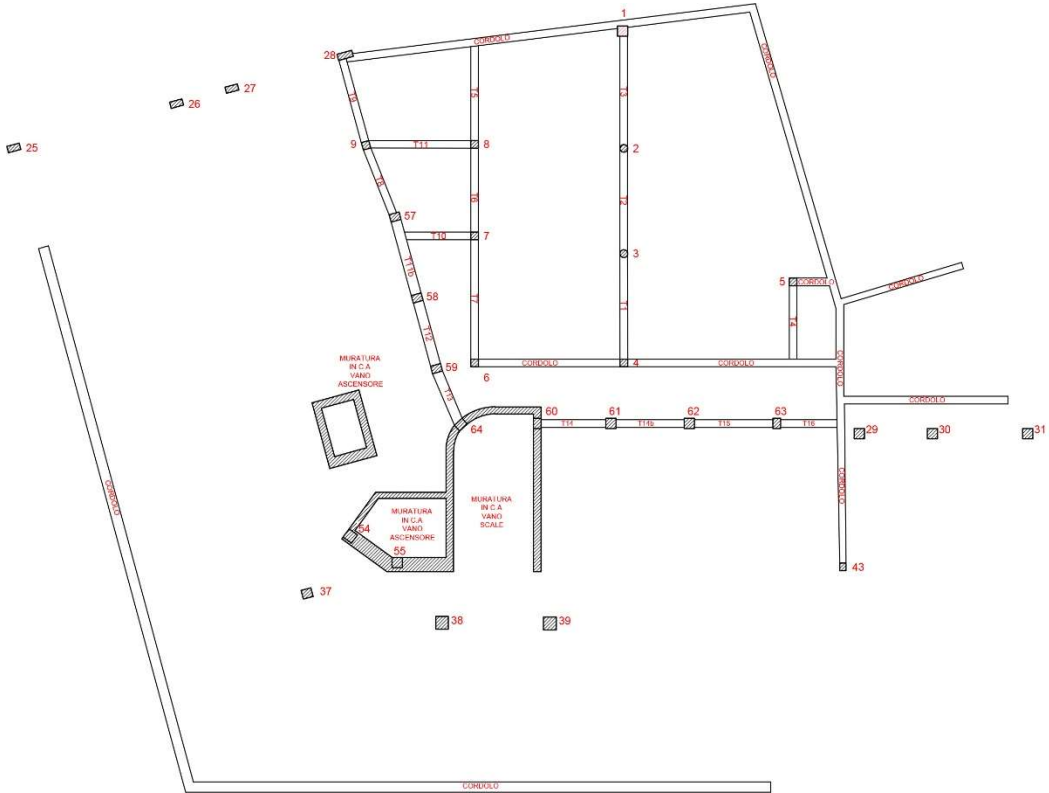
5. RIFERIMENTI

- (1) NTC 2018 – Norme tecniche delle costruzioni
- (2) Istruzioni CNR-DT 200 R1/2013
- (3) DM 28/11/2016 n° 936
- (4) Manuale dell'utente PRO_SAP
- (5) Software PRO_SAP

6. ALLEGATI

A. SCHEDE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

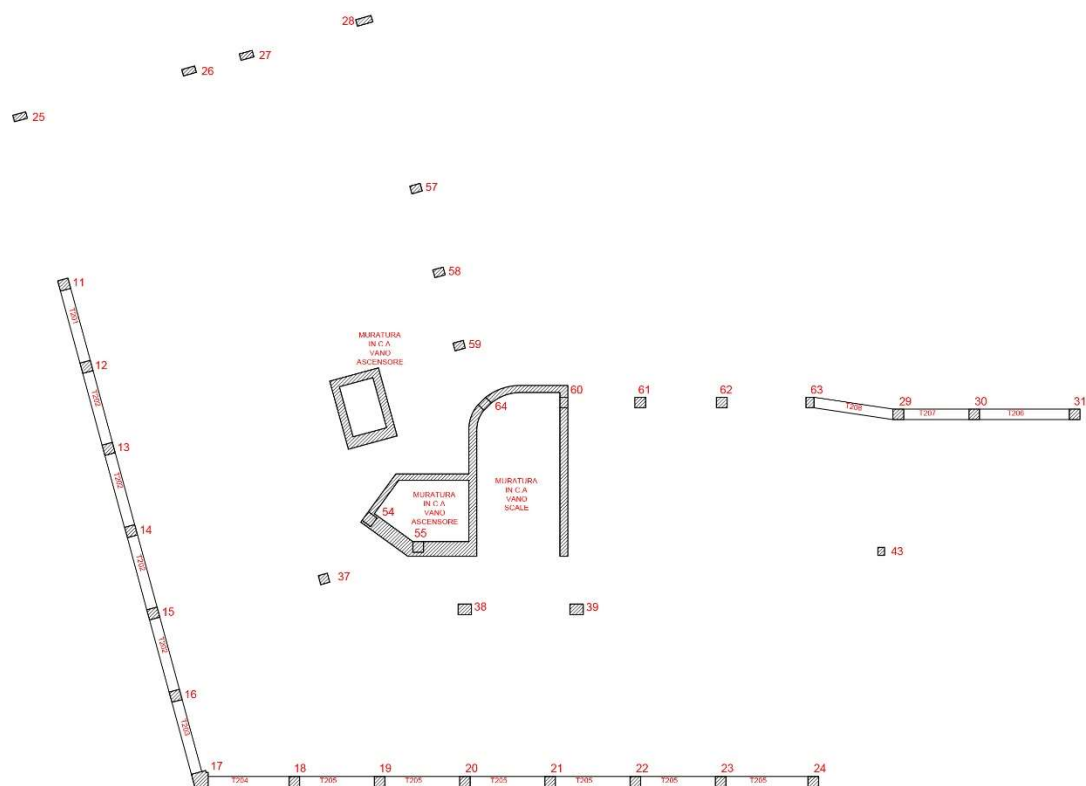
A0. PIANO INTERRATO



PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
T-1	pilastro	1	40X40	32/40	B450C	10	4	5	200
T-1	pilastro	2	Ø 30	32/40	B450C	12	5	8	60
T-1	pilastro	3	Ø 30	32/40	B450C	12	5	8	60
T-1	pilastro	4	30x30	32/40	B450C	10	4	5	200
T-1	pilastro	5	30x30	32/40	B450C	12	4	5	200
T-1	pilastro	6	30x30	32/40	B450C	12	4	5	200
T-1	pilastro	7	30x30	32/40	B450C	14	4	5	200
T-1	pilastro	8	30x30	32/40	B450C	14	4	5	200
T-1	pilastro	9	30x30	32/40	B450C	8	4	5	200
T-1	pilastro	25	30x50	32/40	B450C	16	6	5	200
T-1	pilastro	26	30x50	32/40	B450C	16	6	5	200
T-1	pilastro	27	30x50	32/40	B450C	16	6	5	200
T-1	pilastro	28	30x60	32/40	B450C	16 - 14	4 - 2	5	200
T-1	pilastro	29	40x40	32/40	B450C	18	4	5	200

T-1	pilastro	30	40x40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T-1	pilastro	31	40x40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T-1	pilastro	37	34x40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T-1	pilastro	38	50x50	32/40	B450C	16	8	5	200				
T-1	pilastro	39	50x50	32/40	B450C	16	8	5	200				
T-1	pilastro	43	25x35	32/40	B450C	18	4	6	200				
T-1	pilastro	54	40x40	32/40	B450C	16	4	6	200				
T-1	pilastro	55	40x40	32/40	B450C	16	4	6	200				
T-1	pilastro	57	30x40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T-1	pilastro	58	30x40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T-1	pilastro	59	30x40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T-1	pilastro	60	30x40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T-1	pilastro	61	40x40	32/40	B450C	16	6	5	200				
T-1	pilastro	62	40x40	32/40	B450C	16	6	5	200				
T-1	pilastro	63	30x40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T-1	pilastro	64	30x40	32/40	B450C	16	4	5	200				
PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciaio	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
T-1	trave	1	30x54	32/40	B450C	6	2	445	16	6	600	6	200
T-1	trave	2	30x54	32/40	B450C	6	2	430	16	6	670	6	200
T-1	trave	3	30x54	32/40	B450C	6	2	455	16	6	610	6	200
T-1	trave	4	50x24	32/40	B450C	8	2	285	16	4	325	8	200
T-1	trave	5	30x44	32/40	B450C	6	2	310	16	6	475	6	200
T-1	trave	6	30x44	32/40	B450C	6	2	470	18	6	750	6	200
T-1	trave	7	30x44	32/40	B450C	6	2	515	18	6	690	6	200
T-1	trave	8	30x35	32/40	B450C	6	2	425	16	4	480	6	200
T-1	trave	9	50x24	32/40	B450C	6	2	320	16	4	355	6	200
T-1	trave	10	30x24	32/40	B450C	6	2	325	10	4	355	6	200
T-1	trave	11	20x24	32/40	B450C	6	2	140	10	2	140	6	200
T-1	trave	11b	40x24	32/40	B450C	6	2	305	10	4	395	6	200
T-1	trave	12	40x24	32/40	B450C	6	2	300	10	4	455	6	200
T-1	trave	13	40x24	32/40	B450C	6	2	280	10	4	370	6	200
T-1	trave	14	40x24	32/40	B450C	6	2	260	10	4	365	6	200
T-1	trave	14b	40x24	32/40	B450C	6	2	265	10	4	445	6	200
T-1	trave	15	40x24	32/40	B450C	6	2	375	14	6	475	6	200
T-1	trave	16	25x24	32/40	B450C	6	2	315	16	4	345	6	200
T-1	trave	17	25x24	32/40	B450C	6	2	315	12	4	345	6	200
T-1	cordolo		30x30	32/40	B450C	10	2		10	2		6	300

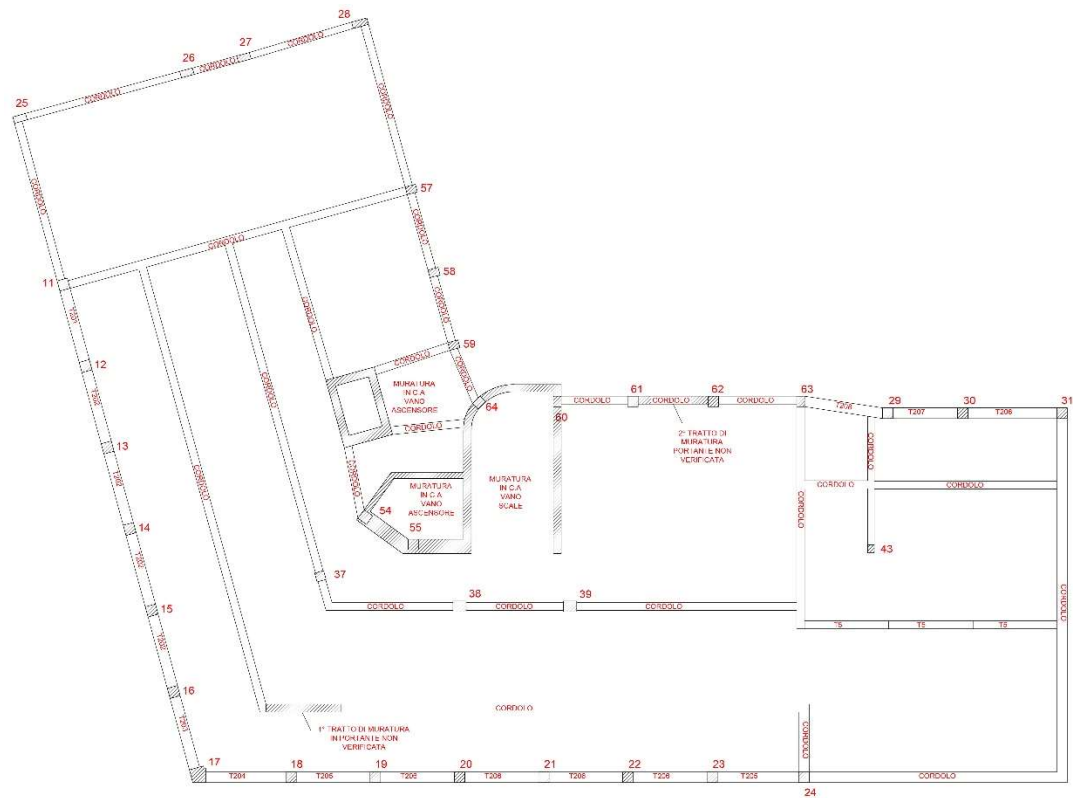
A1. PIANO TERRA



PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
T	pilastro	11	40X40	32/40	B450C	18 - 12	4 - 2	5	200
T	pilastro	12	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200
T	pilastro	13	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200
T	pilastro	14	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200
T	pilastro	15	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200
T	pilastro	16	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200
T	pilastro	17	50X80	32/40	B450C	18 - 16	8 - 2	5	200
T	pilastro	18	50X80	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	19	40X40	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	20	40X40	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	21	40X40	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	22	40X40	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	23	40X40	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	24	40X40	32/40	B450C	16	4	5	200
T	pilastro	25	30X50	32/40	B450C	14	6	5	200
T	pilastro	26	25X50	32/40	B450C	14	6	5	200

T	pilastro	27	25X50	32/40	B450C	14	6	5	200				
T	pilastro	28	25X60	32/40	B450C	14	6	5	200				
T	pilastro	29	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T	pilastro	30	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T	pilastro	31	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T	pilastro	37	35X35	32/40	B450C	18	4	5	200				
T	pilastro	38	50X40	32/40	B450C	16	8	5	200				
T	pilastro	39	50X40	32/40	B450C	16	8	5	200				
T	pilastro	43	25X30	32/40	B450C	14	4	6	200				
T	pilastro	54	40X40	32/40	B450C	16	4	6	200				
T	pilastro	55	40X40	32/40	B450C	16	4	6	200				
T	pilastro	57	30X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
T	pilastro	58	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T	pilastro	59	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T	pilastro	60	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T	pilastro	61	40X40	32/40	B450C	16	6	5	200				
T	pilastro	62	40X40	32/40	B450C	16	6	5	200				
T	pilastro	63	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
T	pilastro	64	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
T	trave	201	40X24	32/40	B450C	6	2	325	10	3	415	12	200
T	trave	202	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	3	450	12	200
T	trave	203	40X24	32/40	B450C	6	2	325	12	4	595	12	200
T	trave	204	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	4	445	12	200
T	trave	205	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	4	430	12	200
T	trave	206	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	4	490	12	200
T	trave	207	40X24	32/40	B450C	6	2	315	12	4	410	6	200
T	trave	208	40X24	32/40	B450C	6	2	350	12	4	455	6	200

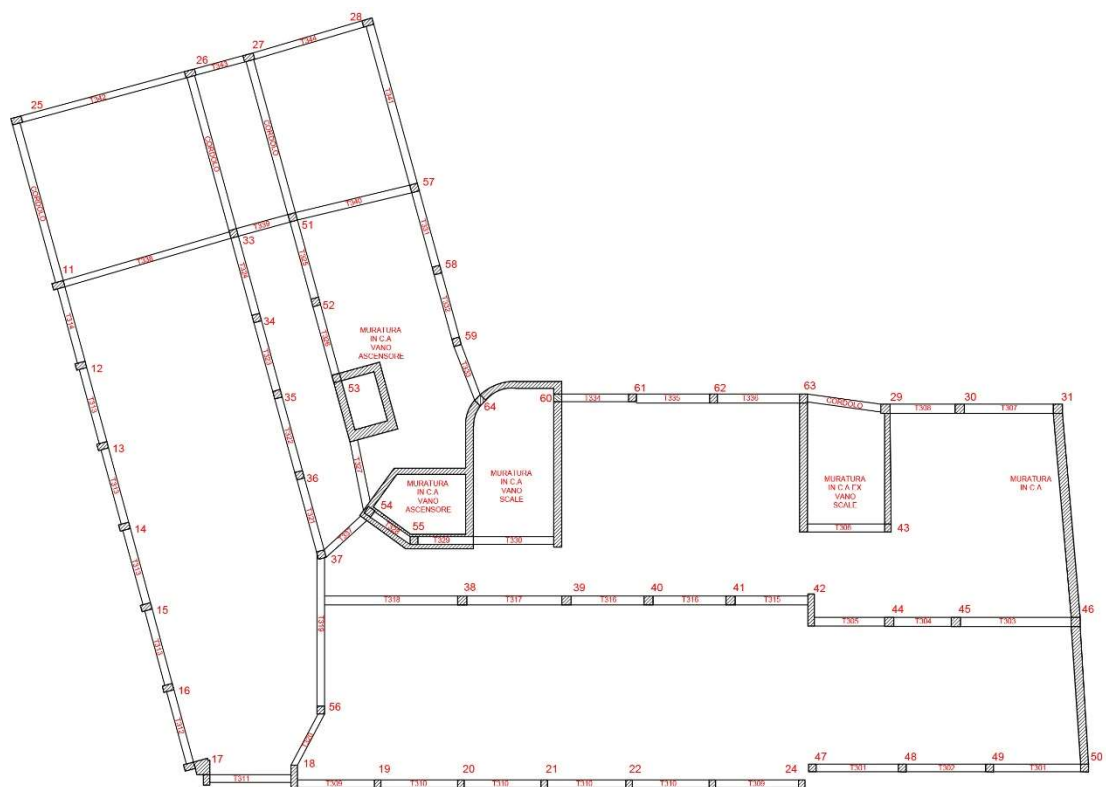
A2. PIANO PRIMO



PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
1	pilastro	11	60X35	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	12	25X60	32/40	B450C	18	4	5	200
1	pilastro	13	25X60	32/40	B450C	18	4	5	200
1	pilastro	14	25X60	32/40	B450C	18	4	5	200
1	pilastro	15	25X60	32/40	B450C	18	4	5	200
1	pilastro	16	25X60	32/40	B450C	18	4	5	200
1	pilastro	17	50X80	32/40	B450C	18 - 16	8 - 2	5	200
1	pilastro	18	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	19	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	20	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	21	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	22	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	23	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200
1	pilastro	24	40X60	32/40	B450C	18 - 16	4 - 2	5	200

1	pilastro	25	25X50	32/40	B450C	14	6	5	200				
1	pilastro	26	25X50	32/40	B450C	14	6	5	200				
1	pilastro	27	25X50	32/40	B450C	14	6	5	200				
1	pilastro	28	40X40	32/40	B450C	14	6	5	200				
1	pilastro	29	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
1	pilastro	30	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
1	pilastro	31	40X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
1	pilastro	37	30X35	32/40	B450C	16	4	5	200				
1	pilastro	38	38X40	32/40	B450C	18	6	5	200				
1	pilastro	39	38X40	32/40	B450C	18	6	5	200				
1	pilastro	43	25X30	32/40	B450C	14	4	6	200				
1	pilastro	54	40X40	32/40	B450C	14	4	6	200				
1	pilastro	55	40X40	32/40	B450C	14	4	6	200				
1	pilastro	57	30X40	32/40	B450C	18	4	5	200				
1	pilastro	58	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
1	pilastro	59	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
1	pilastro	60	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
1	pilastro	61	40X40	32/40	B450C	16	6	5	200				
1	pilastro	62	40X40	32/40	B450C	16	6	5	200				
1	pilastro	63	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
1	pilastro	64	30X40	32/40	B450C	16	4	5	200				
PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
1	trave	5	30x44	32/40	B450C	6	2	310	16	6	475	6	200
1	trave	201	40X24	32/40	B450C	6	2	325	10	3	415	12	200
1	trave	202	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	3	450	12	200
1	trave	203	40X24	32/40	B450C	6	2	325	12	4	595	12	200
1	trave	204	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	4	445	12	200
1	trave	205	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	4	430	12	200
1	trave	206	40X24	32/40	B450C	6	2	335	12	4	490	12	200
1	trave	207	40X24	32/40	B450C	6	2	315	12	4	410	6	200
1	trave	208	40X24	32/40	B450C	6	2	350	12	4	455	6	200
1	cordolo		30x30	32/40	B450C	10	2		10	2		8	300

A3. PIANO SECONDO



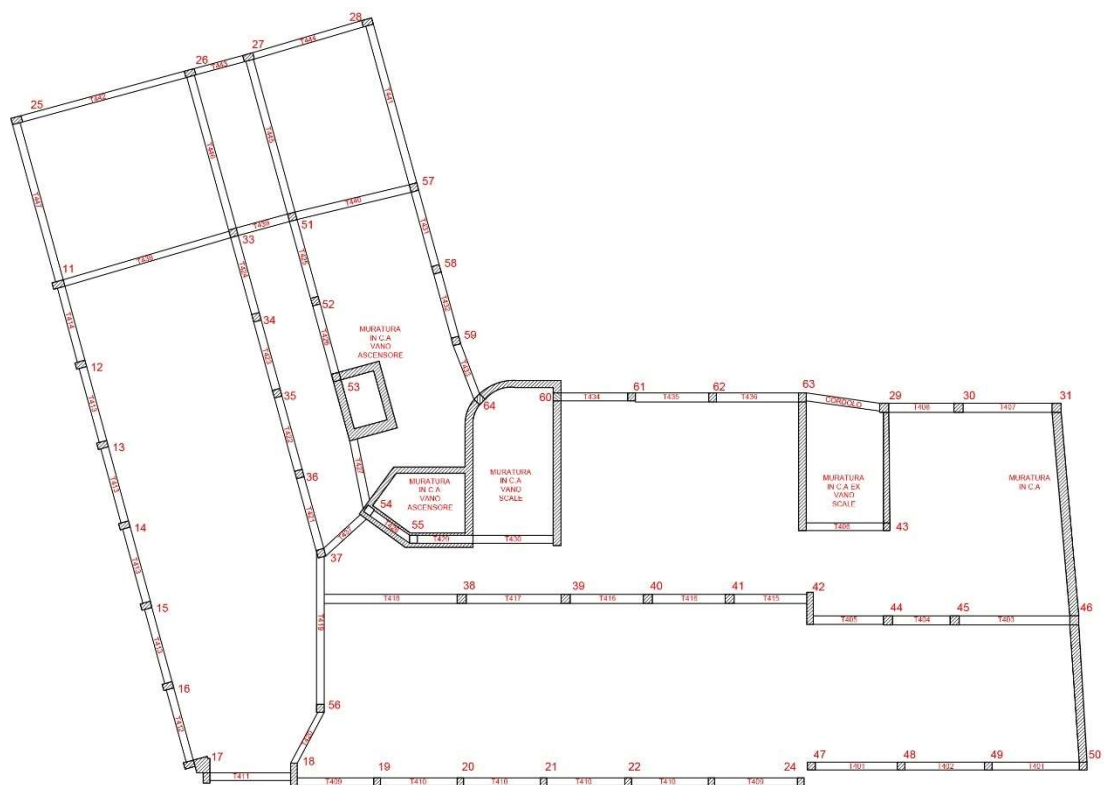
PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
2	pilastro	11	25X45	32/40	B450C	18	4	5	200
2	pilastro	12	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	13	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	14	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	15	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	16	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	17	2*25X40	32/40	B450C	16	8	5	200
2	pilastro	18	25X96	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	19	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	20	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	21	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	22	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	23	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	24	25X40	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	25	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200

2	pilastro	26	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
2	pilastro	27	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
2	pilastro	28	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
2	pilastro	29	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	30	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	31	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	33	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	34	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	35	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	36	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	37	30X35	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	38	35X35	32/40	B450C	18	4	5	200
2	pilastro	39	35X35	32/40	B450C	18	4	5	200
2	pilastro	40	35X35	32/40	B450C	18	4	5	200
2	pilastro	41	35X35	32/40	B450C	18	4	5	200
2	pilastro	42	25X123	32/40	B450C	12	8	6	200
2	pilastro	43	25X30	32/40	B450C	12	4	6	200
2	pilastro	44	35X35	32/40	B450C	16	4	6	200
2	pilastro	45	35X35	32/40	B450C	18	4	6	200
2	pilastro	46	35X35	32/40	B450C	18	4	6	200
2	pilastro	47	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
2	pilastro	48	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
2	pilastro	49	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
2	pilastro	50	30X30	32/40	B450C	16	4	6	200
2	pilastro	51	30X30	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	52	30X30	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	53	30X30	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	54	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
2	pilastro	55	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
2	pilastro	56	30X30	32/40	B450C	16	4	6	200
2	pilastro	57	30X30	32/40	B450C	16	4	5	200
2	pilastro	58	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	59	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	60	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	61	35X35	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	62	35X35	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	63	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
2	pilastro	64	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200

PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
2	trave	301	55x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	450	6	200
2	trave	302	50x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	530	6	200
2	trave	303	35x35	32/40	B450C	8	2	470	18	7	595	8	200
2	trave	304	35x35	32/40	B450C	6	2	250	10	4	555	6	200
2	trave	305	35x35	32/40	B450C	6	2	320	14	6	440	6	200
2	trave	306	40X24	32/40	B450C	8	2	295	16	4	320	8	200
2	trave	307	50x24	32/40	B450C	10	2	380	16	6	395	6	200
2	trave	308	50x24	32/40	B450C	6	2	350	18	6	460	6	200
2	trave	309	50x24	32/40	B450C	6	2	345	16	4	440	8	200
2	trave	310	50x24	32/40	B450C	6	2	345	16	4	490	8	200
2	trave	311	50x24	32/40	B450C	6	2	345	16	4	440	8	200
2	trave	312	50x24	32/40	B450C	6	2	335	16	4	490	8	200
2	trave	313	50x24	32/40	B450C	8	2	335	16	4	490	8	200
2	trave	314	50x24	32/40	B450C	8	2	325	14	4	420	8	200
2	trave	315	35x35	32/40	B450C	6	2	285	16	4	405	6	200
2	trave	316	35x35	32/40	B450C	6	2	335	16	4	540	6	200
2	trave	317	35x35	32/40	B450C	6	2	420	16	4	660	6	200
2	trave	318	35x35	32/40	B450C	6	2	510	18	6	605	6	200
2	trave	319	30x50	32/40	B450C	8	2	570	18	10	840	8	170
2	trave	320	50x24	32/40	B450C	6	2	280	12	4	435	6	200
2	trave	321	50x24	32/40	B450C	8	2	385	18	5	610	8	200
2	trave	322	50x24	32/40	B450C	8	2	300	14	4	460	8	200
2	trave	323	50x24	32/40	B450C	8	2	330	14	4	490	8	200
2	trave	324	50x24	32/40	B450C	8	2	360	16	4	455	8	200
2	trave	325	50x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	455	8	200
2	trave	326	50x24	32/40	B450C	8	2	365	16	4	570	8	200
2	trave	327	30x35	32/40	B450C	6	2	465	16	5	660	6	200
2	trave	328	40x24	32/40	B450C	8	2	230	10	4	410	8	200
2	trave	329	40x24	32/40	B450C	8	2	235	10	4	415	8	200
2	trave	330	40x24	32/40	B450C	8	2	350	16	5	445	8	200
2	trave	331	50x24	32/40	B450C	8	2	305	14	4	405	8	200
2	trave	332	50x24	32/40	B450C	8	2	300	14	4	465	8	200
2	trave	333	50x24	32/40	B450C	8	2	280	14	4	385	8	200
2	trave	334	50x24	32/40	B450C	8	2	260	12	4	370	8	200
2	trave	335	50x24	32/40	B450C	8	2	305	14	6	5	8	200
2	trave	336	50x24	32/40	B450C	8	2	375	18	4	485	8	200
2	trave	337	50x24	32/40	B450C	8	2	310	12	4	405	8	200
2	trave	338	30x37	32/40	B450C	6	2	690	16	8	835	16	180

2	trave	339	50x24	32/40	B450C	18	2	495	16	4	405	8	200
2	trave	340	30x37	32/40	B450C	6	2	530	18	4	670	16	200
2	trave	341	30x37	32/40	B450C	6	2	690	16	6	720	16	200
2	trave	342	20x84	32/40	B450C	8	2	610	18	4	790	8	200
2	trave	343	20x84	32/40	B450C	16	2	545	16	4	325	6	200
2	trave	344	20x84	32/40	B450C	12	2	630	16	4	710	6	200
2	cordolo	___	30x30	32/40	B450C	10	2	___	14	2	___	6	30

A4. PIANO TERZO



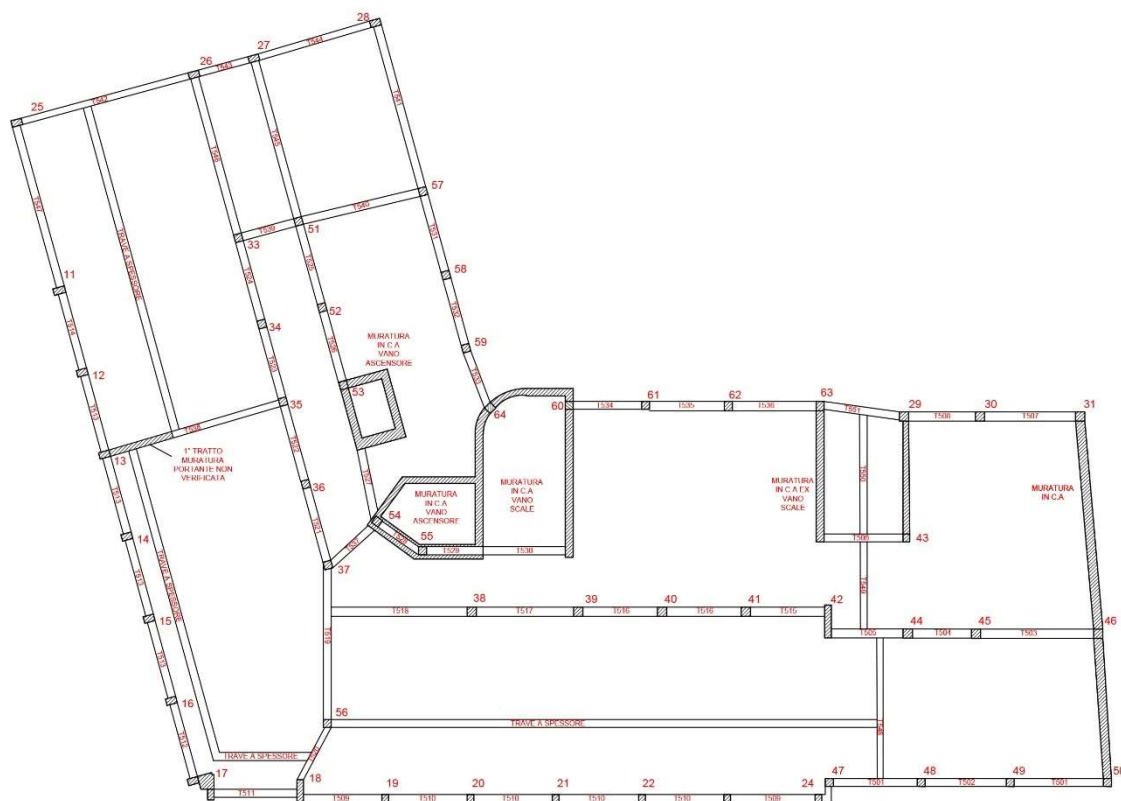
PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
3	pilastro	11	25X45	32/40	B450C	18	4	5	200
3	pilastro	12	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	13	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	14	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	15	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	16	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	17	2*25X40	32/40	B450C	16	8	5	200
3	pilastro	18	25X96	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	19	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	20	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	21	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	22	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	23	25X40	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	24	25X40	32/40	B450C	14	4	5	200

3	pilastro	25	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
3	pilastro	26	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
3	pilastro	27	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
3	pilastro	28	25X40	32/40	B450C	12	6	5	200
3	pilastro	29	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	30	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	31	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	33	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
3	pilastro	34	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	35	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	36	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	37	30X35	32/40	B450C	14	4	5	200
3	pilastro	38	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	39	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	40	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	41	35X35	32/40	B450C	16	4	5	200
3	pilastro	42	25X123	32/40	B450C	10	8	6	200
3	pilastro	43	25X30	32/40	B450C	10	4	6	200
3	pilastro	44	35X35	32/40	B450C	14	4	6	200
3	pilastro	45	35X35	32/40	B450C	16	4	6	200
3	pilastro	46	35X35	32/40	B450C	16	4	6	200
3	pilastro	47	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
3	pilastro	48	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
3	pilastro	49	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
3	pilastro	50	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
3	pilastro	51	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
3	pilastro	52	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
3	pilastro	53	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
3	pilastro	54	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
3	pilastro	55	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
3	pilastro	56	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
3	pilastro	57	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
3	pilastro	58	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	59	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	60	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	61	35X35	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	62	35X35	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	63	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
3	pilastro	64	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200

PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
3	trave	401	55x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	450	6	200
3	trave	402	50x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	530	6	200
3	trave	403	35x35	32/40	B450C	8	2	470	18	7	595	8	200
3	trave	404	35x35	32/40	B450C	6	2	250	10	4	555	6	200
3	trave	405	35x35	32/40	B450C	6	2	320	14	6	440	6	200
3	trave	406	40X24	32/40	B450C	8	2	295	16	4	320	8	200
3	trave	407	50x24	32/40	B450C	10	2	380	16	6	395	6	200
3	trave	408	50x24	32/40	B450C	6	2	350	18	6	460	6	200
3	trave	409	50X25	32/40	B450C	8	2	345	16	8	440	10	200
3	trave	410	50X25	32/40	B450C	8	2	345	16	8	495	10	200
3	trave	411	50x24	32/40	B450C	6	2	345	16	4	440	8	200
3	trave	412	50x24	32/40	B450C	6	2	335	16	4	490	8	200
3	trave	413	50x24	32/40	B450C	8	2	335	16	4	490	8	200
3	trave	414	50X25	32/40	B450C	8	2	335	16	7	485	8	200
3	trave	415	35X35	32/40	B450C	6	2	285	14	4	405	6	200
3	trave	416	35x35	32/40	B450C	6	2	335	16	4	540	6	200
3	trave	417	35x35	32/40	B450C	6	2	420	18	4	660	6	200
3	trave	418	35x35	32/40	B450C	6	2	510	18	6	650	6	200
3	trave	419	30x50	32/40	B450C	8	2	570	18	12	840	8	170
3	trave	420	50x24	32/40	B450C	6	2	280	12	4	435	6	200
3	trave	421	50x24	32/40	B450C	8	2	385	18	5	610	8	200
3	trave	422	50x24	32/40	B450C	8	2	300	14	4	460	8	200
3	trave	423	50x24	32/40	B450C	8	2	330	14	4	490	8	200
3	trave	424	50x24	32/40	B450C	8	2	360	16	4	455	8	200
3	trave	425	50x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	455	8	200
3	trave	426	50x24	32/40	B450C	8	2	365	16	4	570	8	200
3	trave	427	30x35	32/40	B450C	6	2	465	16	5	660	6	200
3	trave	428	40x24	32/40	B450C	8	2	230	10	4	410	8	200
3	trave	429	40x24	32/40	B450C	8	2	235	10	4	415	8	200
3	trave	430	40x24	32/40	B450C	8	2	350	16	5	445	8	200
3	trave	431	50x24	32/40	B450C	8	2	305	14	4	465	8	200
3	trave	432	50x24	32/40	B450C	8	2	300	14	4	465	8	200
3	trave	433	50x24	32/40	B450C	8	2	280	14	4	385	8	200
3	trave	434	50x24	32/40	B450C	8	2	260	12	4	370	8	200
3	trave	435	50x24	32/40	B450C	8	2	305	14	6	5	8	200
3	trave	436	50x24	32/40	B450C	8	2	375	18	4	485	8	200
3	trave	437	50x24	32/40	B450C	8	2	310	12	4	405	8	200
3	trave	438	30X50	32/40	B450C	6	2	690	18	4	970	16	180

3	trave	439	30X50	32/40	B450C	18	2	495	16	4	405	8	200
3	trave	440	30X50	32/40	B450C	6	2	530	18	4	670	16	200
3	trave	441	30X50	32/40	B450C	8	2	700	16	10	915	8	200
3	trave	442	30X50	32/40	B450C	6	2	610	14	4	790	6	200
3	trave	443	30X50	32/40	B450C	6	4	415	16	4	325	6	200
3	trave	444	30X50	32/40	B450C	14	2	645	14	4	780	6	200
3	trave	445	30X50	32/40	B450C	6	2	675	16	7	850	6	200
3	trave	446	30X50	32/40	B450C	6	2	665	16	9	850	6	200
3	trave	447	30X50	32/40	B450C	8	2	710	16	10	925	8	200
3	cordolo	—	30X30	32/40	B450C	10	2	—	14	2	—	6	30

A5. PIANO QUARTO



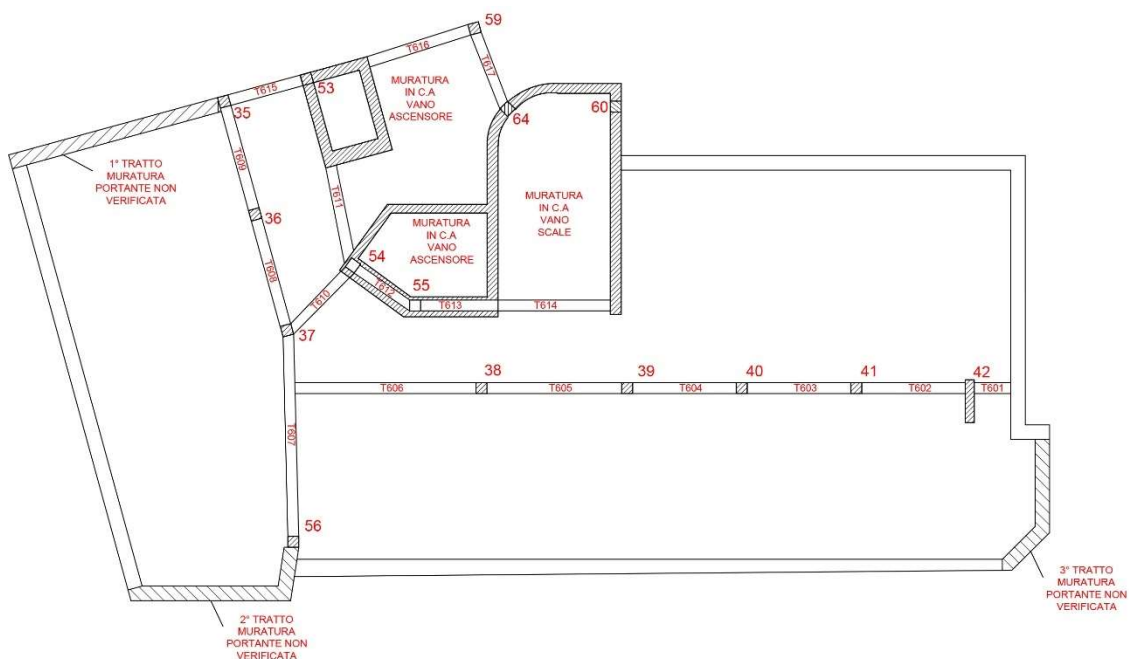
PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciaio	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
4	pilastro	11	25X45	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	12	25X35	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	13	25X35	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	14	25X35	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	15	25X35	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	16	25X35	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	17	2*25X35	32/40	B450C	12	8	5	200
4	pilastro	18	25X91	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	19	25X35	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	20	25X35	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	21	25X35	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	22	25X35	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	23	25X35	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	24	25X35	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	25	25X40	32/40	B450C	10	6	5	200

4	pilastro	26	25X35	32/40	B450C	10	6	5	200
4	pilastro	27	25X35	32/40	B450C	10	6	5	200
4	pilastro	28	30X30	32/40	B450C	10	6	5	200
4	pilastro	29	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	30	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	31	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	33	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	34	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	35	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	36	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	37	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	38	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	39	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	40	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	41	30X30	32/40	B450C	14	4	5	200
4	pilastro	42	25X118	32/40	B450C	10	8	6	200
4	pilastro	43	25X30	32/40	B450C	10	4	6	200
4	pilastro	44	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
4	pilastro	45	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
4	pilastro	46	30X30	32/40	B450C	14	4	6	200
4	pilastro	47	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
4	pilastro	48	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
4	pilastro	49	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
4	pilastro	50	30X30	32/40	B450C	12	4	6	200
4	pilastro	51	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
4	pilastro	52	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	53	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	54	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
4	pilastro	55	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
4	pilastro	56	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
4	pilastro	57	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	58	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	59	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	60	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	61	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	62	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	63	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
4	pilastro	64	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200

PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciaio	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
4	trave	501	55x24	32/40	B450C	8	2	350	16	7	515	8	200
4	trave	502	50x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	530	6	200
4	trave	503	30X35	32/40	B450C	8	2	480	18	8	600	8	200
4	trave	504	30X35	32/40	B450C	6	2	255	10	4	485	6	200
4	trave	505	30X35	32/40	B450C	8	2	330	14	8	440	8	200
4	trave	506	40X24	32/40	B450C	8	2	300	16	6	340	8	200
4	trave	507	50x24	32/40	B450C	10	2	380	16	6	395	6	200
4	trave	508	50x24	32/40	B450C	6	2	350	18	8	460	6	200
4	trave	509	50X25	32/40	B450C	8	2	350	16	6	450	8	200
4	trave	510	52X70	32/40	B450C	6	2	320	12	4	575	6	200
4	trave	511	50x24	32/40	B450C	6	2	345	16	4	440	8	200
4	trave	512	50x24	32/40	B450C	6	2	335	16	4	490	8	200
4	trave	513	50x24	32/40	B450C	8	2	335	16	4	490	8	200
4	trave	514	50X25	32/40	B450C	8	2	335	16	7	485	8	200
4	trave	515	35X35	32/40	B450C	6	2	285	14	4	405	6	200
4	trave	516	35x35	32/40	B450C	6	2	335	16	4	540	6	200
4	trave	517	35x35	32/40	B450C	6	2	420	18	4	660	6	200
4	trave	518	35x35	32/40	B450C	6	2	510	18	6	650	6	200
4	trave	519	30x50	32/40	B450C	8	2	570	18	12	840	8	170
4	trave	520	50x24	32/40	B450C	6	2	280	12	4	435	6	200
4	trave	521	50x24	32/40	B450C	8	2	385	18	5	610	8	200
4	trave	522	50x24	32/40	B450C	8	2	300	14	4	460	8	200
4	trave	523	50x24	32/40	B450C	8	2	330	14	4	490	8	200
4	trave	524	50x24	32/40	B450C	8	2	360	16	4	455	8	200
4	trave	525	50x24	32/40	B450C	8	2	350	16	4	455	8	200
4	trave	526	50x24	32/40	B450C	8	2	365	16	4	570	8	200
4	trave	527	30x35	32/40	B450C	6	2	465	16	5	660	6	200
4	trave	528	40x24	32/40	B450C	8	2	230	10	4	410	8	200
4	trave	529	40x24	32/40	B450C	8	2	235	10	4	415	8	200
4	trave	530	40x24	32/40	B450C	8	2	350	16	5	445	8	200
4	trave	531	50x24	32/40	B450C	8	2	305	14	4	465	8	200
4	trave	532	50x24	32/40	B450C	8	2	300	14	4	465	8	200
4	trave	533	50x24	32/40	B450C	8	2	280	14	4	385	8	200
4	trave	534	50x24	32/40	B450C	8	2	260	12	4	370	8	200
4	trave	535	50x24	32/40	B450C	8	2	305	14	6	5	8	200
4	trave	536	50x24	32/40	B450C	8	2	375	18	4	485	8	200
4	trave	537	50x24	32/40	B450C	8	2	310	12	4	405	8	200
4	trave	538	40X25	32/40	B450C	6	2	465	12	4	620	6	200

4	trave	539	40X25	32/40	B450C	10	2	355	10	4	240	6	200
4	trave	540	30X50	32/40	B450C	6	2	530	18	4	670	16	200
4	trave	541	30X50	32/40	B450C	8	2	700	16	10	915	8	200
4	trave	542	30X50	32/40	B450C	6	2	610	12	4	790	6	200
4	trave	543	30X50	32/40	B450C	6	4	415	14	4	325	6	200
4	trave	544	30X50	32/40	B450C	14	2	645	14	4	780	6	200
4	trave	545	30X50	32/40	B450C	6	2	675	16	7	850	6	200
4	trave	546	30X50	32/40	B450C	6	2	665	16	9	850	6	200
4	trave	547	55X25	32/40	B450C	16	2	610	16	4	390	8	200
4	trave	548	40X24	32/40	B450C	6	2	570	18	4	585	6	200
4	trave	549	40X24	32/40	B450C	6	2	328	10	4	565	6	200
4	trave	550	40X24	32/40	B450C	6	2	500	16	5	630	6	200
4	trave	551	50X24	32/40	B450C	8	2	350	16	7	510	8	200
4	cordolo	___	30x30	32/40	B450C	10	2	___	14	2	___	6	30
4	trave a spessore	___	40x24	32/40	B450C	10	2	___	14	2	___	6	30

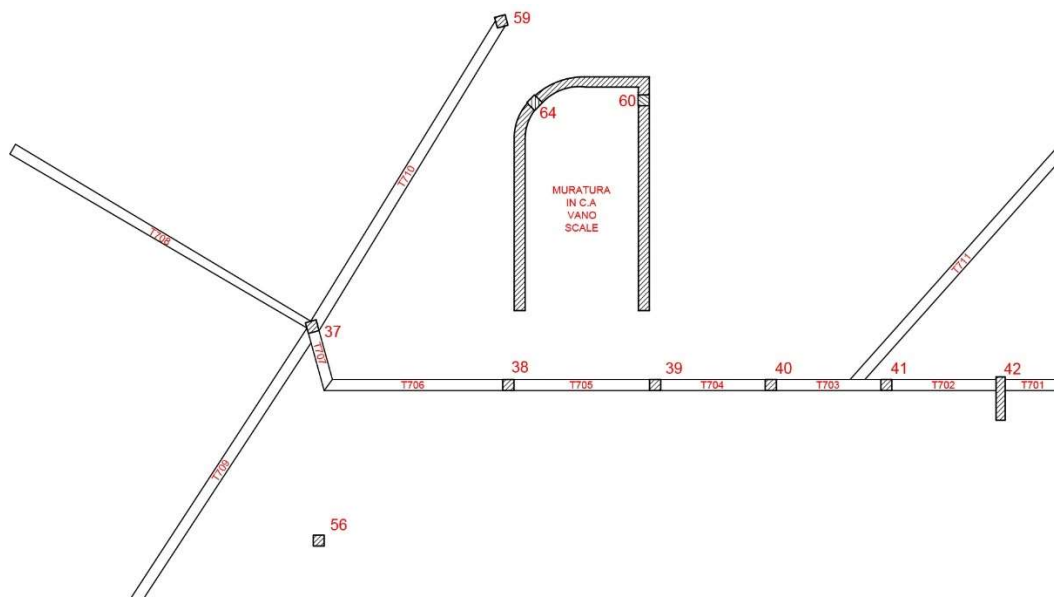
A6. PIANO QUINTO



PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
5	pilastro	35	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
5	pilastro	36	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
5	pilastro	37	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
5	pilastro	38	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	39	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	40	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	41	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	42	25X118	32/40	B450C	8	8	6	200
5	pilastro	43	25X30	32/40	B450C	12	4	6	200
5	pilastro	54	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
5	pilastro	55	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
5	pilastro	56	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
5	pilastro	59	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
5	pilastro	60	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
5	pilastro	64	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200

PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
5	trave	601	30X30	32/40	B450C	6	2	185	10	4	300	6	200
5	trave	602	30X30	32/40	B450C	6	2	285	10	4	385	6	200
5	trave	603	30X30	32/40	B450C	6	2	345	10	4	440	6	200
5	trave	604	30X30	32/40	B450C	6	2	345	10	4	440	6	200
5	trave	605	30X30	32/40	B450C	6	2	430	12	5	550	6	200
5	trave	606	30X50	32/40	B450C	6	2	515	14	4	660	6	200
5	trave	607	30X60	32/40	B450C	6	2	570	16	5	670	6	200
5	trave	608	30X30	32/40	B450C	6	2	385	10	4	485	6	200
5	trave	609	30X30	32/40	B450C	6	2	280	10	4	400	6	200
5	trave	610	30X30	32/40	B450C	6	2	320	10	4	475	6	200
5	trave	611	30X55	32/40	B450C	6	2	465	16	5	565	6	200
5	trave	612	30X55	32/40	B450C	6	2	230	10	4	380	6	200
5	trave	613	30X54	32/40	B450C	6	2	235	10	4	385	6	200
5	trave	614	30X30	32/40	B450C	6	2	350	10	4	405	6	200
5	trave	615	30X55	32/40	B450C	6	2	380	16	4	455	6	200
5	trave	616	40X35	32/40	B450C	6	2	550	16	4	590	6	200
5	trave	617	30X20	32/40	B450C	6	2	290	12	4	385	6	200
5	cordolo	—	30x30	32/40	B450C	1 0	2	—	14	2	—	6	30

A7. COPERTURA



PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.		ARMATURA TRASVERSALE	
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]
5	pilastro	37	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
5	pilastro	38	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	39	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	40	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	41	30X30	32/40	B450C	12	4	5	200
5	pilastro	42	25X118	32/40	B450C	8	8	6	200
5	pilastro	56	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
5	pilastro	59	30X30	32/40	B450C	10	4	6	200
5	pilastro	60	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200
5	pilastro	64	30X30	32/40	B450C	10	4	5	200

PIANO	TIPO	N°	SEZ. [cm]	MATERIALI		ARMATURA LONG.						ARMATURA TRASV.	
						SUPERIORE			INF.				
				Cls	Acciao	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	n° barre	lung. [cm]	Ø	passo [mm]
COP	trave	701	25X40	32/40	B450C	8	2	210	10	4	310	6	200
COP	trave	702	25X40	32/40	B450C	8	2	300	10	4	450	6	200
COP	trave	703	25X40	32/40	B450C	6	2	345	16	7	505	6	200
COP	trave	704	25X40	32/40	B450C	6	2	345	10	4	445	6	200
COP	trave	705	25X40	32/40	B450C	6	2	445	14	4	560	6	200
COP	trave	706	25X40	32/40	B450C	6	2	500	12	4	620	6	200
COP	trave	707	25X40	32/40	B450C	12	2	245	8	2	150	6	200
COP	trave	708	25X55	32/40	B450C	6	2	930	18	6	990	6	200
COP	trave	709	25X50	32/40	B450C	6	2	820	18	6	870	6	200
COP	trave	710	25X40	32/40	B450C	6	2	400	10	4	435	6	200
COP	trave	711	25X50	32/40	B450C	6	2	865	18	6	915	6	200

B. SCHEDE ELEMENTI NON VERIFICATI

B0. PIANO INTERRATO

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO					
				RINFORZO								
				FRP			INCAMICIATURA					
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura				
								long.		trasv.		
taglio	flessione	nodo	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]						
T-1	cordolo	tutti	30x30	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	/		

B1. PIANO TERRA

Al piano terra non sono presenti elementi D2 o D3 da rinforzare.

B2. PIANO PRIMO

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA	TAGLIO							
				RINFORZO								
				FRP			INCAMICIATURA					
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura				
								long.		trasv.		
taglio	flessione	nodo	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]						
1	pilastro	37	30x35	/	/	/	35X40	18	4X4	8	150	
1	cordolo	tutti	30x30	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	/	/	
PIANO	TIPO	SEZIONE [cm]	CARENZA	TAGLIO								
			RINFORZO									
			FRP			INCAMICIATURA						
			striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	maglia acciaio					
							orizzontale		verticale			
taglio	flessione	Ø	passo [mm]	Ø	passo [mm]							
1	1° tratto muratura portante	45	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	/		
1	2° tratto muratura portante	40	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	/	/		

B3. PIANO SECONDO

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO E NODO				
				RINFORZO							
				FRP			INCAMICIATURA				
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura			
								long.		trasv.	
taglio	flessione	nodo	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]					
2	pilastro	17	30x35	1 = 0,225 mm	/	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/
2	pilastro	37	30X30	/	/	/	40X40	16	4X4	8	150
2	pilastro	54	30X30	3 = 0,67 mm	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/
2	pilastro	56	30X30	/	/	/	50X50	20	4X8	6	100
2	trave	311	50x24	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	/
2	trave	319	30x50	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	/
2	trave	320	50x24	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	/
2	trave	337	50x24	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	/
2	trave	339	50x24	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	/	/
PIANO	TIPO	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO					
			RINFORZO								
			FRP			INCAMICIATURA					
			striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	maglia acciaio				
							orizzontale		verticale		
taglio	flessione	Ø	passo [mm]	Ø	passo [mm]						
2	Muratura in c.a vano scale	30	/	/	40	20	15	20	15		
2	Muratura in c.a vano ascensore	25	/	/	35	20	15	20	15		

B4. PIANO TERZO

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO, FLESSIONE E NODO					
				RINFORZO								
				FRP			INCAMICIATURA					
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura				
								long.		trasv.		
taglio	flessione	nodo	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]						
3	pilastro	11	25x45	3 = 0,67 mm	/	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	
3	pilastro	12	25x40	1 = 0,225 mm	/	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	
3	pilastro	17	25x40	1 = 0,225 mm	/	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	
3	pilastro	33	30x30	1 = 0,225 mm	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
3	pilastro	37	50x24	1 = 0,225 mm	/	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	
3	pilastro	43	30x50	3 = 0,67 mm	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	
3	pilastro	54	30X30	3 = 0,67 mm	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	
3	pilastro	56	30X30	/	/	/	40X40	16	4X2	6	100	
3	trave	419	30X50	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	/	
3	trave	420	50x24	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	/	
3	trave	437	50X24	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	/	
3	trave	438	30X50	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	/	
PIANO	TIPO	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO						
			RINFORZO									
			FRP			INCAMICIATURA						
			striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	maglia acciaio					
							orizzontale		verticale			
taglio	flessione	Ø	passo [mm]	Ø	passo [mm]							
3	Muratura in c.a vano scale	30	/	/	40	20	15	20	15			
3	Muratura in c.a vano ascensore	25	/	/	35	20	15	20	15			

B5. PIANO QUARTO

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO, FLESSIONE E NODO				
				RINFORZO							
				FRP			INCAMICIATURA				
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura			
								long.		trasv.	
taglio	flessione	nodo	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]					
4	pilastro	24	25x35	2 = 0,45 mm	/	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	37	30X30	1 = 0,225 mm	1 = 0,225 mm	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	43	25x30	/	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	44	30x30	3 = 0,67 mm	3 = 0,67 mm	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	48	30x30	3 = 0,67 mm	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	54	30x30	3 = 0,67 mm	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	63	30X30	3 = 0,67 mm	2 = 0,45 mm	2= 0,45 mm	/	/	/	/	
4	pilastro	17	25X40	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
4	pilastro	12	25X40	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
4	Trave a spessore	-----	40x24	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	506	40x25	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	510	40x25	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	514	50x24	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	520	50x24	3 = 0,67 mm	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	
4	trave	537	50x24	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	538	40x25	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	539	40x25	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
4	trave	548	40x25	3 = 0,67 mm	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	
4	trave	550	40x24	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
PIANO	TIPO	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO					
			RINFORZO								
			FRP			INCAMICIATURA					
			striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	maglia acciaio				
							orizzontale		verticale		
taglio	flessione		Ø	passo [mm]	Ø	passo [mm]					
4	Muratura in c.a vano scale	30	/	/		40	20	15	20	15	
4	Muratura in c.a vano ascensore	25	/	/		35	20	15	20	15	
4	1° tratto Muratura	40	3 = 0,67 mm	/		/	/	/	/	/	

B6. PIANO QUINTO

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO, FLESSIONE E NODO					
				RINFORZO								
				FRP			INCAMICIATURA					
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura				
								long.		trasv.		
taglio	flessione	nodo	ø	n° barre	ø	passo [mm]						
5	pilastro	37	30x35	1 = 0,225 mm	1 = 0,225 mm	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	
5	pilastro	38	30X30	1 = 0,225 mm	/	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	
5	pilastro	40	30X30	2 = 0,45 mm	1 = 0,225 mm	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	
5	pilastro	41	30X30	2 = 0,45 mm	/	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	
5	pilastro	42	50x24	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	/	
5	pilastro	54	30x50	2 = 0,45 mm	/	/	/	/	/	/	/	
5	trave	616	40x35	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	/	
PIANO	TIPO	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO						
			RINFORZO									
			FRP			INCAMICIATURA						
			striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	maglia acciaio					
							orizzontale		verticale			
taglio	flessione	ø	passo [mm]	ø	passo [mm]							
5	Muratura in c.a vano scale	30	/	/	40	20	15	20	15			
5	Muratura in c.a vano ascensore	25	/	/	35	20	15	20	15			
5	1° Tratto muratura	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/			
5	2° Tratto muratura	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/			
5	3° Tratto muratura	/	3 = 0,67 mm	/	/	/	/	/	/			

B7. COPERTURA

PIANO	TIPO	N°	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO				
				RINFORZO							
				FRP			INCAMICIATURA				
				striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	armatura			
								long.		trasv.	
taglio	flessione	nodo	Ø	n° barre	Ø	passo [mm]					
COP	trave	703	25X40	1 = 0,225 mm	/	/	/	/	/	/	
PIANO	TIPO	SEZIONE [cm]	CARENZA			TAGLIO					
			RINFORZO								
			FRP			INCAMICIATURA					
			striscie totali			NUOVA SEZIONE [cm]	maglia acciaio				
							orizzontale		verticale		
taglio	flessione		Ø	passo [mm]	Ø	passo [mm]					
COP	Muratura in c.a vano scale	30	/	/		40	20	15	20	15	
COP	Muratura in c.a vano ascensore	25	/	/		35	20	15	20	15	

C. TAVOLE PROGETTUALI

Dato il formato A2 delle tavole di progetto non è stato possibile inserirle all'interno della tesi per questo motivo sono state raccolte in documento separato.

- C0. PIANTE ANTE OPERAM**
- C1. DEMOLIZIONI E RICOSTRUZIONI**
- C2. PIANTE POST OPERAM**
- C3. PIANTE DEGLI SCARICHI**
- C4. PIANTE SISTEMA IDRICO**
- C5. PIANTE SISTEMA DI RISCALDAMENTO**
- C6. PIANTE SISTEMA UTA**
- C7. PIANTE SISTEMA ELETTRICO**
- C8. PIANTE ANTICENDIO**
- C9. SEZIONI E PROSPETTI**

D. PARTICOLARI

Dato il formato A2 delle tavole di progetto non è stato possibile inserirle all'interno della tesi per questo motivo sono state raccolte in documento separato.

D0. SOLAIO DI COPERTURA

D1. PACCHETTO SOLAIO DEL PIANO INTERRATO

D2. PACCHETTO SOLAIO DEL PIANO RESIDENZIALE

D3. MURATURA VERTICALE PERIMETRALE

D4. MURATURA VERTICALE CON INFISSO

7. RINGRAZIAMENTI

8. INDICE IMMAGINI

Immagine 1 - Pianta dei riferimenti iniziali	3
Immagine 2 - Finestra delle Normative in uso.....	4
Immagine 3 - Tabella delle unità di misura.....	4
Immagine 4 - Tabella dei criteri di progetto.....	5
Immagine 5 - Tabella delle sezioni.....	5
Immagine 6 - Tabella dei materiali	6
Immagine 7 - Tabella dei layer.....	7
Immagine 8 - Finestra proprietà di riferimento elemento D2.....	7
Immagine 9 - Finestra proprietà di riferimento elemento D3.....	8
Immagine 10 - Finestra proprietà di riferimento elemento solaio/pannello.....	8
Immagine 11 - Finestra genera elemento D2.....	9
Immagine 12 - Finestre genera elemto D3/mesh per due punti	9
Immagine 13 - Finestra genera elemento solaio o pannello.....	10
Immagine 14 - Modello del piano T-1.....	10
Immagine 15 - Modello del piano T.....	10
Immagine 16 - Modello del piano 1	11
Immagine 17 - Modello del piano 2	11
Immagine 18 - Modello del piano 3	11
Immagine 19 - Modello del piano 4	12
Immagine 20 - Modello del piano 5	12
Immagine 21 - Modello completo in vista solida nord-ovest.....	12
Immagine 22 - Report del check dati struttura	13
Immagine 23 - Finestra della localizzazione della costruzione.....	14
Immagine 24 - Tabella dei carichi automatici.....	15
Immagine 25 - Finestra del passo 1.....	15
Immagine 26 - Finestra valutazione della pericolosità sismica	16
Immagine 27 - Finestra del passo 2.....	16
Immagine 28 - Finestra del passo 3.....	17
Immagine 29 - Finestra del passo 4.....	17
Immagine 30 - Finestra del passo 5.....	18
Immagine 31 - Tabella delle combinazioni	18
Immagine 32 - Finestra parametri per i carichi variabili.....	19
Immagine 33 - Finestra interazioni casi di carico variabili.....	19
Immagine 34 - Finestra scenari di carico	20
Immagine 35 - Report analisi assegnazione dei carichi.....	21
Immagine 36 - Mappa spostamenti SLD <Sismica 1000/H>.....	21
Immagine 37 - Finestra schema armatura pilastro	22
Immagine 38 - Finestra schema armatura trave	23
Immagine 39 - Selezione elementi da verificare.....	24
Immagine 40 - Warning elementi non verificati.....	24
Immagine 41 - SLU delle travi.....	25
Immagine 42 - SLU dei pilastri.....	25
Immagine 43 - SLU degli elementi D3 in c.a.....	26
Immagine 44 - SLU degli elementi D3 in muratura portante	26
Immagine 45 - Paragrafo 8.4.2 INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO (1)	27
Immagine 46 - SLU delle travi con il 10% della sollecitazione sismica	27
Immagine 47 - SLU dei pilastri con il 10% della sollecitazione sismica.....	27
Immagine 48 - SLU degli elementi D3 in c.a. con il 10% della sollecitazione sismica.....	28
Immagine 49 - SLU elementi D3 in muratura con il 10% della sollecitazione sismica.....	28
Immagine 50 - Finestra di controllo generale.....	29
Immagine 51 - Visualizzazione carenze.....	30
Immagine 52 - Tabella dei coefficienti parziali (2).....	33

Immagine 53 - Esempio grafico incamiciatura elemento trave/pilastro.....	36
Immagine 54 - Esempio grafico incamiciatura parete	36
Immagine 55 - Paragrafo 7.4.6.2 LIMITAZIONI DI ARMATURA (1)	37
Immagine 56 - Archivio schemi di rinforzo FRP cls	38
Immagine 57 - Archivio schemi di rinforzo FRP muratura	39
Immagine 58 - Cornice impostazioni dati rinforzo FRP cls.....	40
Immagine 59 - Cornice impostazioni dati rinforzo FRP muratura	40
Immagine 60 - Finestra edita proprietà elemento D2.....	41
Immagine 61 - Finestra tecnica di rinforzo elemento D2	41
Immagine 62 - Finestra Definizione proprietà materiale tipo muratura.....	42
Immagine 63 - Finestra intervento di consolidamento muratura	42
Immagine 64 - Tabella dei criteri di progetto	43
Immagine 65 - Report check dati struttura.....	44
Immagine 66 - Report analisi assegnazione rinforzi	44
Immagine 67 - Report verifica edificio esistente.....	45
Immagine 68 - SLU delle travi con rinforzi.....	46
Immagine 69 - SLU dei pilastri con rinforzi	46
Immagine 70 - SLU delle murature in c.a. con rinforzi.....	47
Immagine 71 - SLU murature portanti con rinforzi	47