

REGIONE VENETO PROVINCIA DI BELLUNO COMUNE DI BELLUNO

PROGETTO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA DI BELLUNO CAPOLUOGO
DENOMINATO "PROGETTO BELLUNO"

Lotto IV "SALONE DEI GESUITI"

CIG n. 71307923B6 - CUP: I32C16000250001

PROGETTO ESECUTIVO

COMUNE DI BELLUNO
ASSESSORATO AI LAVORI PUBBLICI

RESPONSABILE UNICO DEL
PROCEDIMENTO:

Arch. Carlo Erranti

COMUNE DI BELLUNO
UFFICIO EDILIZIA E URBANISTICA

CAPOGRUPPO COORDINATORE:

Arch. Alberto Torsello
Via A.Cappelletto 4/A, 30175 VENEZIA MESTRE
tel. 0415491711 fax 0415491712
e-mail: info@taarchitettura.com

AREA	
SF	Stato di fatto
PG	Progetto
PR	Progetto Restauro
PS	Strutture
PIM	Progetto Impianti Meccanici
PE	Progetto Impianti elettrici
PSA	Progetto della sicurezza antincendio
ALL	Allegati
TIPO ELABORATO	
A	ELABORATO DESCRITTIVO
B	ELABORATO GRAFICO
C	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO/ELENCO PREZZI
D	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
E	ALTRO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

PROGETTO ARCHITETTONICO



TA S.r.l.

Arch. Alberto Torsello
Via Cappelletto 4/A, Mestre (VE)
tel. 041 5491711 - fax 041 5491712
e-mail: info@taarchitettura.com



ARCH. FRANCESCA BOGO

Piazza dei Martiri 2, 32100 Belluno
tel. 392 9416742
e-mail: francescabogo2@gmail.com



ARCH. ANDREA RIZZARDINI

Via Belina 3, 32012 Val di Zoldo (BL)
tel. 340 3727729
e-mail: andrea.rizzardini.arch@gmail.com

PROGETTO IMPIANTI



STUDIO ASSOCIATO VIO

Ing. Rigo Matteo
Arch. Vio Marina
Arch. Vio Alessandra
San Marco 4289, 30124 Venezia
tel. 041 5204701 - fax 041 9636727
e-mail: studiovio@studiovio.it

PROGETTO STRUTTURALE



BOARETTO E ASSOCIATI S.r.l.

Ing. Boaretto Luca
Ing. Ongarato Mattia
Ing. Boaretto Stefania
Via Ospedale 9, 30174 Mestre (VE)
tel. 041 5321503 - fax 041 8871210
e-mail: info@boarettoeassociati.it

PROGETTO E COORDINAMENTO SICUREZZA

ARCH. ANNA BUZZACCHI

San Polo 2962, 30125 Venezia (VE)
tel. 0415491711
e-mail: a.buzzacchi@taarchitettura.com

REVISIONI

N°	Descrizione	Data
0	Emissione	20/7/2018
1	Emissione finale	04/9/2018
-		

NOME TAVOLA / FILE

PS.A.1.1

Codice Redattore:

- [] [] [] [] [] [] [] []
ID CODIFICA INTERNA

Codice Capogruppo:

- [] [] [] [] [] [] [] []
ID CODIFICA INTERNA

REDATTO

M. Ongarato

VERIFICATO

M. Ongarato

DESCRIZIONE ALLEGATO

PROGETTO ESECUTIVO STRUTTURE

TAVOLA

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE STRUTTURALI

SCALA

-

DATA

04/09/2018

1 INDICE

1	INDICE	1
2	PREMESSA	3
3	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	3
3.1	INQUADRAMENTO STORICO	3
3.2	LE STRUTTURE PORTANTI	4
4	INTERVENTI STRUTTURALI RECENTI	6
4.1	MANUTENZIONE DELLA COPERTURA E ALTRE OPERE MINORI	6
4.2	CONSOLIDAMENTO SOLAIO DI PIANO PRIMO TRA I FILI 1 E 2	6
5	INDAGINI SULLE STRUTTURE ESISTENTI	8
5.1	PREMESSA	8
5.2	RILIEVO GEOMETRICO	8
5.3	CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI	8
5.3.1	ELEMENTI IN MURATURA	8
5.3.2	ELEMENTI IN LEGNO	9
5.3.3	FONDAZIONI	9
6	STATO DI CONSISTENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI	10
6.1	PARETI, PILASTRI, ARCHI E VOLTE	10
6.2	SOLAI E COPERTURA	10
6.3	QUADRO FESSURATIVO E ANALISI DEI DISSESTI	11
7	L'INTERVENTO STRUTTURALE	13
7.1	INTERVENTO 01 - CONSOLIDAMENTO SOLAIO MEZZANINO LATO EST	15
7.2	INTERVENTO 02 - DEMOLIZIONE PARETI E SOLAIO SOPRA LOCALE A02A	15
7.3	INTERVENTO 03 - DEMOLIZIONE SCALE IN LEGNO ESISTENTI	15
7.4	INTERVENTO 04 – CONSOLIDAMENTO SOLAIO MEZZANINO LATO OVEST	15
7.5	INTERVENTO 05 – CONSOLIDAMENTO SOLAI PIANO PRIMO	15
7.6	INTERVENTO 06 – INTERVENTO SUL SOLAIO DI SOTTOTETTO	16
7.7	INTERVENTO 07 – CONSOLIDAMENTO ARCHI E VOLTE TRA I FILI 3-6 E I FILI C-D	16
7.8	INTERVENTO 08 – CONSOLIDAMENTO ARCO SUL FILO B TRA I FILI 7-8 E RIMOZIONE TIRANTE	17
7.9	INTERVENTO 09 – CONSOLIDAMENTO FESSURE PIANO PRIMO FILO D	17
7.10	INTERVENTO 10 - DEMOLIZIONE PARETE DI TAMPONAMENTO PIANO PRIMO FILO 6	17
7.11	INTERVENTO 11 – RINFORZO VOLTA AL PIANO TERRA TRA I FILI 1-2 PER FORI PASSAGGIO IMPIANTI	17
7.12	INTERVENTO 12 - RINFORZO PARETE DI FILO 1 PER ALLARGAMENTO FOROMETRIE	18
7.13	INTERVENTO 13 - APERTURA NUOVE FOROMETRIE (FORI PORTA E FORI IMPIANTI)	18
7.14	INTERVENTO 14 – INTERVENTI IN FONDAZIONE	18
7.15	INTERVENTO 15 – NUOVA SCALA MONUMENTALE	18
7.16	INTERVENTO 16 – NUOVA SCALA DI SICUREZZA ANGOLO NORD-EST	19
7.17	INTERVENTO 17 - NUOVA SCALA MEZZANINO OVEST	19
7.18	INTERVENTO 18 - NUOVA SCALA MEZZANINO EST	19

7.19	INTERVENTO 19 - NUOVO SOPPALCO A PIANO PRIMO TRA I FILI 2-3	19
7.20	INTERVENTO 20 - MURETTI DI CONTENIMENTO RAMPA ESTERNA.....	20
7.21	INTERVENTO 21 - APERTURA VARCO SU MURO DI RECINZIONE LATO PARCO.	20
8	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
8.1	STRUTTURE.....	21
8.1.1	Normative.....	21
8.1.2	Altri riferimenti.....	21
8.2	CARICHI E SOVRACCARICHI.....	21
8.2.1	Normative.....	21
8.2.2	Altri riferimenti.....	21
8.3	MATERIALI	21
8.3.1	Normative.....	21
8.3.2	Altri riferimenti.....	22
8.3.2.1	Generali	22
8.3.2.2	Calcestruzzo	22
8.3.2.1	Legno	22
8.4	TERRENI - FONDAZIONI	22
8.4.1	Normative.....	22
8.4.2	Altri riferimenti.....	22
9	GENERALITÀ SUL METODO DI CALCOLO	24
9.1	COMBINAZIONE DELLE AZIONI	24
9.2	CODICI DI CALCOLO.....	26
9.2.1	Straus7 rel. 2.4.6.....	26
9.2.2	Vca Slu - prof. Piero Gelfi.....	26
9.2.1	Arco - prof. Piero Gelfi.....	27
9.2.2	SAV stabilità di archi e volte in muratura – Aedes Software s.n.c.	27
10	ALLEGATI	27

2 PREMESSA

In data 5 febbraio 2018 veniva affidato allo scrivente RTP l'incarico per la redazione del progetto definitivo ed esecutivo della direzione e contabilità lavori e del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e di esecuzione, del lotto IV "salone dei gesuiti", ricompreso nell'intervento di riqualificazione urbana di Belluno capoluogo, denominato "progetto Belluno".

In data 4 giugno 2018 il progetto definitivo redatto dallo scrivente RTP veniva approvato dal Comune di Belluno con la delibera di giunta nr.92.

Nel merito della progettazione delle opere strutturali, la normativa che si assume come riferimento è il D.M. 14.01.2008, in vigore al momento dell'affidamento dell'incarico di progettazione (cfr. art.2 D.M. 17.01.2018, in vigore dal 22.03.2018).

La presente relazione descrive le tipologie strutturali e gli schemi e modelli di calcolo in accordo con quanto previsto dal D.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207, art. 35. Definisce inoltre i criteri di verifica da adottare per soddisfare i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica vigente, per la costruzione delle nuove opere o per gli interventi sulle opere esistenti. Per una più esaustiva descrizione delle calcolazioni effettuate si rimanda alla **relazione di calcolo delle strutture**.

E' inoltre riportata nel presente documento **l'analisi storico-critica delle strutture esistenti**, relativa alla valutazione dello stato di fatto della costruzione. L'analisi è stata sviluppata sulla base dei risultati di una campagna di indagini relative ai materiali ed alle strutture, con l'obiettivo di valutare la sicurezza del manufatto in relazione al suo stato attuale ed a quello post-intervento.

3 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

3.1 Inquadramento storico

Il collegio dei Gesuiti di Belluno è un complesso architettonico costituito da tre corpi di fabbrica strutturalmente connessi: un corpo centrale (chiesa di S.Ignazio) e due corpi laterali (Scola e Convitto). Il complesso, destinato ad ospitare il collegio dei Gesuiti, è stato progettato dall'architetto Andrea Pozzo tra il 1703 ed il 1704. Nel 1704 è iniziata la costruzione dei due corpi laterali (blocco aule e alloggio dei padri), solo in un secondo momento verrà eretto il blocco centrale (chiesa), ritenuto meno urgente. La chiesa di S. Ignazio, infatti, sarà fondata nel 1714 e verrà completata nel 1724. A partire dal 1774, a seguito della soppressione del collegio dei Gesuiti, il complesso viene concesso alla Città di Belluno. Da questa data hanno inizio una serie di modifiche e rimaneggiamenti che trasformeranno l'aspetto dell'edificio. A partire dal 1796 il collegio infatti viene utilizzato come ricovero temporaneo per le truppe austriache e francesi di passaggio. Da questa data i locali cesseranno di essere luogo di culto e di attività pedagogiche e saranno utilizzati per soddisfare esigenze di carattere logistico-militare, provocando un processo inarrestabile di deterioramento dell'edificio.

E' molto probabile che a partire da questo periodo verranno attuate le modifiche necessarie per adattare i corpi di fabbrica del collegio alle diverse esigenze richieste dalla nuova destinazione d'uso, prima fra tutte l'introduzione del nuovo piano intermedio posto ad un'altezza di circa 7,5 m rispetto al piano terra.

Le informazioni contenute nel presente paragrafo sono tratte dalla relazione storica, parte integrante del presente progetto.

3.2 Le strutture portanti

Le aree oggetto di intervento sono ricomprese in un aggregato edilizio costituito da un insieme di parti che si configurano come il risultato di una genesi costruttiva articolata e non unitaria, dovuta a molteplici fattori. Il salone principale, il nartece ed il corpo absidale si possono configurare come una unica unità strutturale, per la quale è ricorrente la stessa tipologia costruttiva: muratura in pietrame per le elevazioni, laterizi per volte e archi, legno per copertura ed orizzontamenti. È interessante osservare come la stessa tecnica e gli stessi materiali siano stati usati per il nucleo originario della chiesa così come per il nuovo piano intermedio, realizzato in epoca successiva.

L'intervento di cui al presente progetto interessa solo la succitata unità strutturale, cui verranno quindi circoscritte le future verifiche strutturali.

Il salone principale della chiesa ha pianta rettangolare, di dimensioni pari a circa 45,0 x 22,0 m per un'altezza complessiva di circa 22,0 m. A quota +8.11 m rispetto all'ingresso lato Ovest è presente il primo solaio, realizzato con travi in legno massiccio (e sovrastante tavolato) appoggiate sugli archi in muratura disposti in direzione trasversale. Alcune travi di solaio e le porzioni di tavolato sovrastanti sono state sostituite in tempi recenti. Per una più esaustiva descrizione si rimanda al paragrafo relativo.

Anche in direzione longitudinale sono state realizzate due file di archi che convergono anch'essi sui nr.12 pilastri in pietra ai quali è affidato il compito di trasferire i carichi al terreno. Sulla parte più a ovest, tra i fili 9-10, è presente un piano ammezzato (a quota +5.15 m) anch'esso realizzato con travi in legno massiccio (e sovrastante tavolato) appoggiate da un lato (filo 10) sulla muratura perimetrale e dall'altro (filo 9) sulla muratura che divide il nartece dal salone principale.

La struttura di copertura è costituita da capriate in legno massiccio, appoggiate sulle murature perimetrali (fili A e D) sopra le quali è posto un graticcio di morali in legno che sostengono il manto di tavelle e i coppi di copertura. Tutta la copertura è stata oggetto di un recente intervento di manutenzione straordinaria che ha coinvolto anche le strutture portanti. Per una più esaustiva descrizione si rimanda ai paragrafi seguenti.

La parte absidale presenta pianta pressoché quadrata, di dimensioni pari a circa 7,5 x 8,0 m, per una altezza massima complessiva di circa 18,0 m. Il volume è suddiviso da tre orizzontamenti. Il primo (posizionato a quota +4.24), è realizzato con un tavolato ligneo appoggiato su tre volte a botte in laterizio, che scaricano il loro peso sulle murature perimetrali e su due file di archi, realizzati anch'essi in laterizio, disposti in modo tale da suddividere l'area in tre porzioni. Il secondo orizzontamento, realizzato a quota + 7.85 circa, è costituito da travi in legno disposte su 8,0 m di luce, sostenute da rompi-tratta in carpenteria metallica, di recente fattura. Per una più esaustiva descrizione si rimanda ai paragrafi seguenti.

Il terzo orizzontamento (sottotetto), realizzato a quota +12,40 circa, è realizzato con travi in legno massiccio con sovrastante tavolato, disposte anch'esse su 8,0 m di luce e appoggiate sulle murature portanti dei fili 1 e 2.

La struttura di copertura di questa porzione di edificio è realizzata con capriate lignee disposte anch'esse su 8,0 m di luce e appoggiate sulle murature portanti dei fili 1 e 2. Al di sopra delle capriate è posto un graticcio di morali in legno che sostiene il manto di tavelle e i coppi di copertura. Anche questa porzione di

copertura è stata interessata da un recente intervento di manutenzione straordinaria, il quale ha coinvolto anche le strutture portanti. Per una più esaustiva descrizione si rimanda ai paragrafi seguenti.

All'interno dell'edificio sono presenti due scale in legno. La prima posizionata tra i fili 8-9 collega il piano terra con un vano inserito nella muratura di filo A, mentre la seconda, posizionata tra i fili 9-10 collega il piano primo con il piano mezzanino ricavato sopra il nartece. Entrambe le scale presentano significativi segni di degrado. In ogni caso, l'intervento architettonico ne prevede la rimozione.

4 INTERVENTI STRUTTURALI RECENTI

Le aree oggetto di intervento sono state oggetto di recenti lavori di ristrutturazione/manutenzione straordinaria, effettuate dal precedente proprietario dell'immobile (Agenzia del Demanio) e conclusi nell'anno 2016. Si tratta nello specifico di due distinti interventi che, tra le altre attività, hanno interessato anche le parti strutturali.

4.1 Manutenzione della copertura e altre opere minori

Il primo intervento è relativo alla manutenzione straordinaria della copertura della ex antica chiesa di Sant'Ignazio e ripassatura di parte del tetto della ex Caserma Tasso è stato effettuato tra il 2015 e il 2016. Il progettista e direttore dei lavori dell'intervento è l'ing. Francesca Saltarin di Padova. Le opere sono state collaudate con collaudo statico dall'ing. Giampaolo Merafina (copia del collaudo statico è stata depositata c/o la Regione Veneto, Dipartimento Difesa del suolo e Foreste – Sezione Bacino Idrografico – Piave Livenza, in data 20/01/2017 -prot.23390-, unitamente alla richiesta di Rilascio Certificato di rispondenza alle norme sismiche).

Sono stati realizzati i seguenti interventi:

- **Messa in sicurezza del primo impalcato** della ex Chiesa con la sostituzione delle travi e del soprastante tavolato di calpestio danneggiati, in corrispondenza delle zone interessate dalle infiltrazioni. E' inoltre stato realizzato un intervento di rinforzo strutturale inserendo, lungo tutto il perimetro, un sistema di tirantatura con elementi in acciaio a coda di rondine, ancora visibili;
- **Smontaggio del controsoffitto** e della passerella di ispezione della copertura;
- **Adeguamento statico del tetto** (ivi compreso il tetto dell'abside, dove è stato predisposto l'accesso sicuro alla copertura) realizzato attraverso la sostituzione di una capriata, il rifacimento delle teste della capriate e la successiva posa di nuova orditura secondaria;
- **Miglioramento sismico** realizzato con la messa in opera in sommità della muratura di un collegamento perimetrale con piastra in acciaio ancorata alla muratura con inghisaggi, barre in acciaio di connessione delle capriate con la muratura e posa di tiranti interni in acciaio;
- **Realizzazione di nuovo sistema anticaduta** (linea vita).

Nella documentazione allegata al collaudo statico e alla relazione a strutture ultimate (redatta dall'ing. Saltarin in data 11.10.2016 e depositata c/o il comune di Belluno in data 13.10.2016) è dichiarata la classe di resistenza delle nuove travi di solaio di piano primo (**Legno massiccio di abete di classe C24 secondo UNI EN 338**).

4.2 Consolidamento solaio di piano primo tra i fili 1 e 2

Il secondo intervento, anch'esso attuato tra 2015 e 2016, è relativo alla ristrutturazione del piano secondo della Caserma Tasso, esteso a tutta la superficie della Caserma, ed anche alla porzione di solaio tra i fili 1-2, oggi proprietà del Comune di Belluno e ricompresa nell'ambito del presente intervento. Il relativo progetto strutturale (depositato c/o il Comune di Belluno in data 10/10/2014) è stato redatto dall'ing. Federico Carbonari di Firenze, mentre il progetto delle opere strutturali in variante (depositato c/o il Comune di Belluno in data 21/01/2015) è stato redatto dall'ing. Francesca Saltarin. La direzione dei lavori è stata effettuata dall'arch. Federico Zucchetti. Le opere sono state collaudate con collaudo statico dall'ing. Giampaolo Merafina (copia del collaudo statico è stata depositata c/o il Comune di Belluno, in data

02/05/2016 -prot.134/14-, unitamente alla richiesta di Rilascio Certificato di rispondenza alle norme sismiche).

Nel dettaglio, risulta importante rilevare che detto intervento, denominato N4, ha adeguato il solaio ai sovraccarichi previsti attuando un **consolidamento statico** mediante installazione di nr° 4 travi in carpenteria metallica al di sotto delle esistenti in legno, con funzione di rompitratta.

Nella documentazione di progetto ed in quella allegata al collaudo statico e alla relazione a strutture ultimate è possibile reperire i carichi e i sovraccarichi di progetto del solaio consolidato **(sovraccarichi permanenti $G_2=1.72 \text{ kN/mq}$ $Q=3.00 \text{ kN/mq}$)**.

5 INDAGINI SULLE STRUTTURE ESISTENTI

5.1 Premessa

Per gli elementi in muratura si è deciso di ottenere un livello di conoscenza LC1, raggiunto, secondo quanto previsto al paragrafo C8A.1.A.4 della Circolare esplicativa nr.617/2009 delle NTC 2008, quando siano stati fatti:

- il rilievo geometrico dell'intero edificio;
- verifiche in situ limitate su dettagli costruttivi;
- indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali.

Il corrispondente fattore di confidenza risulta **FC=1.35**. Per questo Livello di conoscenza i valori medi dei parametri meccanici possono essere definiti come segue:

- resistenze: i minimi degli intervalli riportati in Tabella C8A.2.1 per la tipologia muraria presa in considerazione;
- moduli elastici: i valori medi degli intervalli riportati nella tabella suddetta.

Per gli elementi in legno esistenti è stata effettuata una caratterizzazione per poter ricavare i parametri meccanici secondo UNI 11119:2004.

5.2 Rilievo geometrico

Lo scrivente RTP ha effettuato un accurato rilievo laser-scanner dell'edificio, grazie al quale è stato possibile ricavare l'esatta geometria degli elementi strutturali. La rappresentazione dei risultati del rilievo è stata effettuata attraverso piante, prospetti e sezioni dell'intero edificio.

5.3 Caratterizzazione meccanica dei materiali

Su indicazione dello scrivente, il Comune di Belluno ha affidato ad una ditta specializzata l'incarico di effettuare una serie di indagini sulle strutture esistenti con lo specifico obbiettivo di caratterizzare le strutture esistenti. Per una più esaustiva descrizione delle indagini richieste si rimanda ai paragrafi seguenti.

5.3.1 ELEMENTI IN MURATURA

Sulle murature sono state effettuate, da parte di ditta specializzata, indagini visive attraverso la rimozione di un tassello di intonaco di dimensioni proporzionate all'elemento (non inferiore a 50x50cm), al fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di costruzione, la compattezza della malta (anche in maniera approssimata), lo spessore dei giunti di malta, la presenza di ricorsi o listature e la qualità delle connessioni interne e trasversali, valutazioni dello spessore mediante puntuale foratura. Per le volte della porzione est e inoltre stata messa in luce la struttura voltata all'estradosso ed è stata individuata la morfologia e le caratteristiche degli elementi di rinfiango. Per la posizione e il numero dei saggi si rimanda alla relazione della ditta Geoconsult, allegata alla presente.

5.3.2 ELEMENTI IN LEGNO

Sugli elementi in legno esistenti è stata effettuata, da parte di ditta specializzata, una ispezione per la valutazione dello stato di conservazione e stima delle prestazioni di elementi lignei in opera secondo UNI 11119:2004. Le ispezioni sono state effettuate sulle travi di solaio in legno massiccio esistenti, al fine di individuare la specie legnosa e la categoria in opera secondo UNI 11119:2004. Le prove sono state realizzate sulle travi antiche, opportunamente distinte dalle travi introdotte con il recente intervento di consolidamento. Come meglio descritto nel report di prova, sono state effettuate le seguenti attività:

- determinazioni del profilo resistografico per individuare le variazioni di densità tra legno sano e quello decomposto ed effettuare una diagnosi delle aree di decadimento interno dell'elemento sottoposto ad indagine;
- analisi morfologica dell'elemento ligneo, con l'individuazione della posizione ed estensione dei principali difetti, degradamento, dei danni eventualmente presenti, della posizione, forma e dimensioni delle zone critiche e delle sezioni critiche.

Per la posizione e il numero dei saggi si rimanda alla relazione della ditta Geoconsult, allegata alla presente.

5.3.3 FONDAZIONI

Sulla soletta di base è stato effettuato un saggio al fine di individuare la tipologia e lo spessore della soletta esistente ed uno scavo per una profondità di 40 cm (all'interno del saggio effettuato sulla soletta esistente) al fine di individuare la tipologia di terreno presente al di sotto della soletta di base.

Per la posizione e il numero dei saggi si rimanda alla relazione della ditta Geoconsult, allegata alla presente.

6 STATO DI CONSISTENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Le strutture originarie si presentano in buono stato di conservazione, anche a seguito dei recenti interventi di ristrutturazione e manutenzione straordinaria effettuati in tempi recenti (2015-2016) e meglio descritti nel relativo paragrafo che, attraverso il consolidamento delle strutture lignee di copertura, il rinforzo del solaio di piano primo della porzione ad est mediante carpenteria metallica, e la sostituzione degli delle travi e del tavolato di piano primo degradati, hanno eliminato le criticità più significative legate allo stato di disuso dell'edificio e alla mancata manutenzione del manto di copertura (infiltrazioni, umidità ecc....).

6.1 Pareti, pilastri, archi e volte

Le murature perimetrali sono realizzate con mattoni e pietre sagomate (di pezzatura varia) con corsi di malta aventi spessori variabili tra i 25 e 15 mm. La determinazione dei parametri meccanici è riportata nella relazione di calcolo delle strutture. Si è inoltre osservato (cfr. Relazione Geoconsult) che i ringrossi presenti in corrispondenza dei contrafforti sono realizzati in materiale lapideo e separati dalla muratura retrostante. Risultano pertanto elementi decorativi privi di funzione strutturale.

I pilastri, gli archi e le volte a botte che sostengono il piano mezzanino del corpo più a est sono realizzati in mattoni di laterizio pieni, con buona tessitura e corsi di malta sottili (generalmente inferiori ai 10 mm);

I pilastri che sostengono il piano primo del salone principale sono realizzati con pietre di grande pezzatura, di altezza pari a circa 24 cm; lo spessore delle fughe di malta varia da 20 a 30 mm. La base, di altezza pari a circa 70 cm, è realizzata con pietre di enorme pezzatura (più in basso) e due corsi di mattoni in laterizio (più in alto).

Gli archi sono realizzati in mattoni pieni disposti in taglio con buona tessitura e corsi di malta sottili. Quelli interni al salone di piano terra sono a sezione costante interamente in mattoni pieni; quelli disposti sui lati lunghi che sovrastano le cappelle laterali sono realizzati con un elemento in pietra in chiave, formato da due blocchi lapidei distinti.

6.2 Solai e copertura

Il solaio di piano primo del corpo principale è realizzato con travi in legno di abete a spigolo vivo. Tutte le travi presentano la stessa dimensione. Le travature esistenti sono in uno stato di conservazione buono anche se caratterizzate da un tasso di umidità sopra la norma, che si abbasserà in fase di esercizio dell'edificio. Le travi sono state classificate secondo la norma UNI 11119 del 2004; la determinazione dei parametri meccanici è riportata nella relazione di calcolo delle strutture. Il 15% circa di queste travi è stato sostituito con il recente intervento di manutenzione straordinaria (cfr. Relazione Geoconsult).

Il solaio di piano mezzanino che sovrasta il nartece di ingresso è realizzato con travi di larice a spigolo vivo. Le travi presentano dimensioni molto simili tra loro. Anche in questo caso le travature esistenti sono in uno stato di conservazione buono, anche se caratterizzate, in alcuni casi, da un tasso di umidità sopra la norma, che si abbasserà in fase di esercizio dell'edificio. Le travi sono state classificate secondo la norma UNI 11119 del 2004; la determinazione dei parametri meccanici è riportata nella relazione di calcolo delle strutture (cfr. Relazione Geoconsult).

Il solaio di piano sottotetto del corpo est è realizzato con travi in legno con sovrastante doppio tavolato incrociato. Sopra il solaio è presente una soletta in conglomerato. All'intradosso è presente un

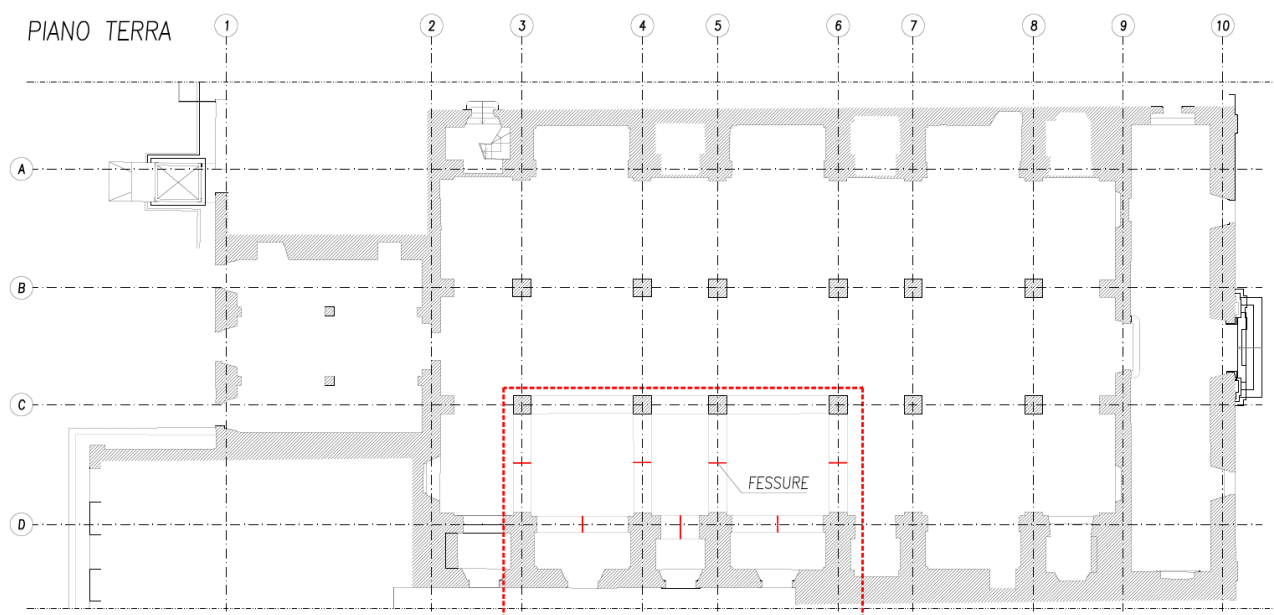
controsoffitto cementizio realizzato su rete metallica tipo “Nervometal”. L’ispezione, pur localizzata, non mostra segni degrado; non sono presenti deformazioni eccessive, le sezioni resistenti delle travi sono proporzionate ai carichi e alla luce di lavoro e l’intervento in progetto non prevede aumento dei carichi. Non sono quindi presenti elementi che rendano necessaria una rivalutazione della sicurezza statica della membratura (cfr. N.T.C. 2008 par. 8.3).

Il solaio di piano primo del corpo est è stato consolidato con il recente intervento di ristrutturazione della Caserma Tasso, progettato realizzato e collaudato per i carichi riportati in precedenza. Non si rilevano evidenti segni di degrado tali da rendere necessaria una rivalutazione della sicurezza statica della membratura (cfr. N.T.C. 2008 par. 8.3).

La struttura di copertura del corpo est e del corpo principale è stata consolidata con il recente intervento di manutenzione straordinaria descritto in precedenza. Non si rilevano evidenti segni di degrado tali da rendere necessaria una rivalutazione della sicurezza statica della membratura (cfr. N.T.C. 2008 par. 8.3).

6.3 Quadro fessurativo e analisi dei dissesti

Il quadro fessurativo dell’edificio è stato compiutamente rilevato e rappresentato negli elaborati architettonici allegati al presente progetto (TAVOLE n° PE R B 2.2, PE R B 2.3, PE R B 2.4, PE R B 2.6, PE R B 2.7). Esso testimonia la presenza più o meno diffusa di cavillature e fessure di lieve entità, su archi, volte e pareti murarie, ascrivibili più ad assestamenti puntuali che a fenomeni più complessi. L’unica eccezione si rileva in corrispondenza dell’area Nord-Est dell’edificio, tra i flli D-E e 3-6, ove una serie di fessure in chiave agli archi, insieme ad una lesione a 45° ben visibile sulla parete Nord, sono evidentemente correlabili ad un antico assestamento fondazionale in quella posizione.



Nell’ambito del presente intervento si ritiene importante adottare la precauzione di ricostituire l’integrità delle murature in corrispondenza delle lesioni più importanti, mediante intasamento di malta tixotropica.

Nell'unico caso in cui si possa parlare di vera e propria crepa (la succitata a 45°) si decide di intervenire anche mediante cucitura con alcune barre di acciaio di sottile diametro, a conferire maggior stabilità non solo alla muratura, ma anche alla voluminosa cornice perimetrale a sbalzo, anch'essa attraversata in quella posizione dalla crepa.

7 L'INTERVENTO STRUTTURALE

Sulla base dell'analisi dello stato di conservazione delle strutture portanti dell'edificio in considerazione anche dei recenti interventi di consolidamento statico e miglioramento sismico di cui al paragrafo 3, si riscontra che non ricorre alcuna delle situazioni che richiederebbero la valutazione della sicurezza estesa all'interno dell'edificio (ai sensi delle N.T.C. 2008, par. 8.3).

Le situazioni di degrado locale verranno sanate mediante interventi di consolidamento circoscritti a porzioni limitate della costruzione, in modo tale da non alterare il comportamento globale della struttura ("interventi di natura locale" ai sensi delle N.T.C. 2008, par. 8.4).

La relativa valutazione della sicurezza verrà quindi limitata ai soli elementi interessati e a quelli con essi interagenti, tenendo presente la loro funzione nel complesso strutturale.

La nuova scala monumentale (intervento nr.15), concepita per essere strutturalmente indipendente rispetto al corpo di fabbrica principale, è progettata come nuova struttura e rispetta tutti i requisiti di sicurezza previsti dalla normativa per gli edifici di nuova costruzione.

Legati al progetto architettonico si prevedono inoltre altri interventi di natura locale, tali cioè da non produrre sostanziali modifiche al comportamento della struttura nel suo complesso né alle parti rimanenti, ed offrendo comunque un generale miglioramento delle condizioni di sicurezza preesistenti. Tra questi si prevede anche la realizzazione di alcune nuove opere (un soppalco e quattro scale in carpenteria metallica), di modesta entità ed importanza se rapportate all'intera struttura esistente; esse verranno progettate secondo le NTC 2008.

Non sono richieste specifiche resistenze al fuoco per le strutture portanti.

Vengono riepilogati nel seguito gli interventi strutturali previsti, meglio identificati nelle planimetrie riportate in basso. Per una più esaustiva descrizione delle tipologie strutturali, degli schemi di calcolo e dei criteri di verifica da adottare, si rimanda ai paragrafi seguenti.

INTERVENTI SULL'ESISTENTE

INTERVENTI SULL'ESISTENTE

- **01 Consolidamento solaio mezzanino lato Est;**
- **02 Demolizione pareti e solaio sopra locale A02;**
- **03 Demolizione scale in legno esistenti;**
- **04 Consolidamento solaio mezzanino lato Ovest;**
- **05 Interventi solaio piano primo;**
- **06 Intervento su solaio di sottotetto;**
- **07 Consolidamento archi e volte tra fili 3-6 e C-D;**
- **08 Rimozione tirante e consolidamento arco sul filo B (tra fili 7-8);**
- **09 Consolidamento fessure piano primo filo D (tra fili 3 e 4);**
- **10 Demolizione parete piano primo filo 6;**
- **11 Rinforzo volta al piano terra tra i fili 1-2 per fori passaggio impianti;**
- **12 Rinforzo parete filo 1 per allargamento forometrie;**
- **13 Apertura nuove forometrie (fori porta e fori impianti);**

PROGETTO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA DI BELLUNO CAPOLUOGO, DENOMINATO PROGETTO BELLUNO, DA PERIFERIA DEL VENETO A CAPOLUOGO DELLE DOLOMITI
LOTTO IV – SALONE DEI GESUITI

NUOVE OPERE INTERNE

- **14 Interventi in fondazione;**
- **15 Nuova scala monumentale;**
- **16 Nuova scala di sicurezza angolo nord-est;**
- **17 Nuova scala mezzanino ovest;**
- **18 Nuova scala mezzanino est;**
- **19 Nuovo soppalco a piano primo tra i fili 2-3;**

NUOVE OPERE ESTERNE

- **20 Muretti di contenimento rampa esterna;**
- **21 Apertura varco su muro di recinzione lato parco.**

7.1 Intervento 01 - Consolidamento solaio mezzanino lato Est

L'intervento prevede di migliorare il collegamento orizzontale del solaio tra i muri sul perimetro, e consolidare gli archi sottostanti. Si prevedono::

- una cordolatura perimetrale realizzata con un profilo metallico a "L" inghisato alla muratura e chiodato sul tavolato sopra le volte;
- due cordolature interne realizzate con piatti metallici inghisati alla muratura sottostante;

Il solaio appoggia sulle volte, sugli archi e sui pilastri in muratura di piano terra. Nella relazione di calcolo delle strutture vengono condotte le verifiche di resistenza e stabilità per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.2 Intervento 02 - Demolizione pareti e solaio sopra locale A02a

L'intervento prevede di demolire la superfetazione realizzata in tempi recenti tra i fili 2-3 e i fili C-D. Si tratta nello specifico di un solaio, probabilmente in laterocemento, posizionato a circa 4,5 m di altezza appoggiato su pareti perimetrali in laterizio. Si ripristina in questo modo l'impostazione strutturale originaria dell'edificio anche in quella porzione di edificio. L'intervento è di modeste proporzioni, e di fatto non ha influenze sostanziali in relazione al comportamento strutturale dell'edificio.

7.3 Intervento 03 - Demolizione scale in legno esistenti

L'intervento prevede di demolire le scale in legno esistenti che versano oggi in uno stato di degrado avanzato. Le scale, realizzate con cosciali in legno e scalini in tavolato, sono semplicemente appoggiate sulle strutture esistenti. La loro demolizione non modifica il comportamento strutturale dell'edificio nel suo insieme né degli elementi su cui oggi esse gravano.

7.4 Intervento 04 – Consolidamento solaio mezzanino lato Ovest

L'intervento prevede di:

- Sostituire le travi ammalorate con elementi di caratteristiche analoghe a quelle esistenti;
- Trattare le travi in legno con idoneo impregnante antitarlo previo idoneo trattamento meccanico superficiale;
- Garantire un efficace ritegno alla parete esterna sul filo 10 attraverso la realizzazione di una cordolatura perimetrale, realizzata con angolare metallico inghisato ai muri e chiodato al solaio in legno;
- Migliorare il collegamento tra i muri perimetrali introducendo un secondo tavolato incrociato e un graticcio di bandelle metalliche microforate ad esso chiodate.

Il solaio lavora su uno schema statico di semplice appoggio tra la parete di filo 9 e la parete perimetrale di filo 10. Nella relazione di calcolo delle strutture vengono condotte le verifiche di resistenza e stabilità per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.5 Intervento 05 – Consolidamento solai piano primo

L'intervento strutturale prevede di:

- Sostituire le travi ammalorate con elementi di caratteristiche analoghe a quelle esistenti;

- Trattare le travi in legno con idoneo impregnante antitarlo previo idoneo trattamento meccanico superficiale;
- rimuovere le travi di solaio nei campi in cui è prevista la realizzazione della nuova scala;
- migliorare la risposta del solaio alle azioni orizzontali attraverso la realizzazione di un piano rigido con l'introduzione di un secondo tavolato incrociato e un graticcio di bandelle metalliche microforate chiodate al tavolato. L'intervento migliora inoltre la risposta dell'intero impalcato alle azioni orizzontali.
- consolidare gli archi sottostanti inghisandovi all'estradosso una cordolatura metallica avente funzione di chiusura superiore degli archi.

Il solaio del corpo est è stato consolidato con i recenti interventi di ristrutturazione della Caserma Tasso. Non essendo variati i carichi e i sovraccarichi di progetto non viene ricondotta la verifica degli elementi portanti. Il solaio del salone principale lavora su uno schema di semplice appoggio tra gli archi disposti in direzione trasversale. Nella relazione di calcolo delle strutture vengono condotte le verifiche di resistenza e stabilità degli elementi lignei per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.6 Intervento 06 – Intervento sul solaio di sottotetto

L'intervento strutturale prevede di :

- rimuovere il controsoffitto a sgravare la struttura e migliorarne l'aerazione;
- verificare puntualmente lo stato di conservazione di tutte le travi che non è stato possibile visionare in fase di progetto;
- Sostituire/riparare le travi ammalorate con elementi di caratteristiche analoghe a quelle esistenti;
- Trattare le travi in legno con idoneo impregnante antitarlo previo idoneo trattamento meccanico superficiale;
- realizzare una apertura per garantire l'accesso al piano sottotetto, mediante l'affiancamento alle travi esistenti di due nuove travi in legno a supporto dei due nuovi elementi trasversali di delimitazione del nuovo foro.

Come anticipato, l'ispezione, pur localizzata, non mostra segni degrado; non sono inoltre presenti deformazioni eccessive, le sezioni resistenti delle travi sono proporzionate ai carichi e alla luce di solaio e l'intervento in progetto non prevede alcun aumento dei carichi. Non sono quindi presenti elementi che rendano necessaria una rivalutazione della sicurezza statica della membratura (secondo N.T.C. 2008 par. 8.3). Nella relazione di calcolo viene esposta la sola verifica delle due nuove travi introdotte per la realizzazione della botola, per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.7 Intervento 07 – Consolidamento archi e volte tra i fili 3-6 e i fili C-D

L'intervento prevede di:

- Intasare le fessure in chiave con malta tixotropica a base calce;
- Installare dei tiranti in acciaio alla base degli archi e delle volte in modo tale da contrastare la spinta orizzontale.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli archi e dei pilastri per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.8 Intervento 08 – Consolidamento arco sul filo B tra i fili 7-8 e rimozione tirante

Per permettere di realizzare la nuova scala monumentale si rende necessario rimuovere il tirante dell'arco sul filo B, tra i fili 7-8. L'intervento prevede:

- la rimozione del tirante dell'arco previo consolidamento dello stesso;
- il consolidamento dell'arco mediante un rinforzo di tipo FRCM che prevede l'installazione all'intradosso di una fascia in fibra d'acciaio galvanizzato annegata in matrice in malta di calce, solidarizzata con l'arco attraverso l'introduzione di connessioni trasversali a fiocco realizzate anch'esse in fibra d'acciaio. L'intervento impedisce la formazione di cerniere sull'arco che possano innescare cinatismi, e sostituisce quindi la funzione del tirante.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica dell'arco interessato dall'intervento e dei pilastri adiacenti per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.9 Intervento 09 – Consolidamento fessure piano primo filo D

L'intervento prevede di:

- chiudere le fessure presenti a piano primo, sul filo D, tra i fili 2-5 attraverso un attento intervento di sigillatura della fessura con malta tixotropica a base calce;
- cucire la fessura attraverso l'inghisaggio con resina di barre in acciaio inox (resina tipo

7.10 Intervento 10 - Demolizione parete di tamponamento piano primo filo 6

L'intervento prevede di demolire la parete di piano primo realizzata in parte in muratura (porzione bassa) e in parte in scorzoni e cantinelle (porzione alta). Si tratta nello specifico di una parete di tamponamento che non raggiunge la copertura (la parete si ferma pochi centimetri al di sotto del livello dei tiranti delle capriate di copertura). La demolizione della parete non modifica il comportamento strutturale dell'edificio nel suo insieme.

7.11 Intervento 11 – Consolidamento archi e volte per fessure e passaggio impianti

Per esigenze impiantistiche è necessario forare la volta di piano terra del corpo est, compresa tra i fili 1-2. Si rende quindi necessario intervenire mediante un rinforzo di tipo FRCM che prevede l'installazione all'intradosso e all'estradosso di una rete in fibra d'acciaio galvanizzato annegata in matrice in malta di calce, solidarizzata con la volta attraverso l'introduzione di connessioni trasversali a fiocco realizzate anch'esse in fibra d'acciaio. L'intervento rinforza l'elemento impedendo la formazione di cerniere che possano innescare cinatismi.

Si prevede inoltre di intasare le fessure in chiave degli archi ribassati con malta tixotropica a base calce.

7.12 Intervento 12 - Rinforzo parete di filo 1 per allargamento forometrie

Si prevede di allargare le forometrie esistenti sulla parete di filo 1. Nello specifico si prevede di allargare su tre lati il foro porta centrale e di trasformare i due fori finestra laterali in due fori porta. L'intervento prevede di installare su tutto il perimetro dei fori un telaio di rinforzo realizzato con profili in carpenteria metallica inghisati e annegati nella muratura, con l'obiettivo di ripristinare la rigidità alle azioni orizzontali della parete pre-intervento.

Nella relazione di calcolo delle strutture si dimostra che l'intervento proposto ripristina la rigidità alle azioni orizzontali della parete analizzata.

7.13 Intervento 13 - Apertura nuove forometrie (fori porta e fori impianti)

L'intervento prevede di aprire alcune puntuali forometrie sulle pareti per la realizzazione di fori porta e di fori impianti. Considerata la dimensione delle forometrie (di larghezza massima pari a circa 1,2 m) in relazione alle dimensioni delle pareti sulle quali si realizzano si può affermare che non viene modificato il comportamento strutturale dell'edificio. Si prevede la sola installazione di architravi metallici volti a sostenere la porzione di muratura sovrastante il foro.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli architravi per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.14 Intervento 14 – Interventi in fondazione

Si prevede di realizzare una nuova soletta di base di spessore pari a 12 cm per sostenere il nuovo pacchetto di pavimentazione. La soletta viene separata dalle strutture di fondazione esistente mediante geotessuto. Nelle due zone ove è prevista la realizzazione delle nuove scale e nella zona dove è previsto l'ascensore si realizzano delle platee in calcestruzzo armato di spessore rispettivamente pari a 40 cm e 25 cm, il cui scopo è quello di diffondere sul terreno di fondazione i modesti carichi derivanti dagli elementi supportati.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica delle nuove strutture di fondazione delle scale.

7.15 Intervento 15 – Nuova scala monumentale

Si tratta di una nuova scala realizzata interamente in carpenteria metallica, che collega il piano terra con il piano primo (salone principale). L'elemento portante principale che si sviluppa in verticale al centro della nuova scala è realizzato attraverso l'unione di nr.20 travi HEM140 che si sviluppano per tutta l'altezza della scala. L'elemento lavora su uno schema statico di mensola incastrata alla base. L'incastro è effettuato sulla platea di fondazione di spessore 40 cm. I gradini e i pianerottoli, realizzati come elementi scatolari in lamiera, sono collegati all'elemento centrale principale precedentemente descritto. Gli elementi lavorano su uno schema statico di mensola incastrata sul muro principale. Il parapetto è realizzato con un pannello verticale pieno in acciaio di spessore 12 mm, lungo i lati lunghi, mentre sui lati corti si prevede di installare un parapetto in vetro dimensionato anch'esso per un carico di progetto orizzontale pari a 3 kN/mq, secondo normativa vigente.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli elementi che compongono la nuova scala per i carichi e i sovraccarichi di progetto. Per la nuova scala monumentale è stata condotta anche la verifica per azioni sismiche, essendo questa strutturalmente indipendente rispetto alle strutture adiacenti.

7.16 Intervento 16 – Nuova scala di sicurezza angolo nord-est

Si tratta di una nuova scala realizzata interamente in carpenteria metallica, che collega il piano terra con il piano primo (salone principale). I carichi vengono trasferiti al terreno attraverso 4 colonne perimetrali HEA 160 e un elemento portante centrale realizzato con tubi 60x6 affiancanti e solidarizzati tra loro. Il carico viene trasferito al terreno di fondazione attraverso una platea di dimensione pari a 40 cm. I gradini e i pianerottoli sono appoggiati sul muro interno e sui cosciali esterni, realizzati con piatti in acciaio, che scaricano il peso sulle 4 colonne perimetrali (schema statico di semplice appoggio). I gradini e i pianerottoli sono previsti in lamiera presso-piegata. Su alcuni pianerottoli è previsto un parapetto realizzato con un pannello pieno in acciaio di spessore 12 mm. L'ultima rampa è appoggiata sul lato esterno sull'arco di filo 3.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli elementi che compongono la nuova scala per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.17 Intervento 17 - Nuova scala mezzanino ovest

Si tratta di una nuova scala realizzata interamente in carpenteria metallica, che collega il piano mezzanino lato ovest (sopra al nartece) con il piano primo (salone principale). La scala è appoggiata sul solaio di piano mezzanino, ove si prevede di installare due nuove travi in carpenteria metallica nello spessore delle travi in legno esistenti, che sostengano da un lato il pianerottolo e la struttura verticale di supporto dello stesso, dall'altro la partenza della prima rampa. I gradini e i pianerottoli sono appoggiati su cosciali (piatti in acciaio), che trasferiscono il carico agli elementi verticali posti sotto il pianerottolo e ai due orizzontamenti. I gradini e i pianerottoli sono previsti in lamiera presso-piegata. Il parapetto è realizzato con un pannello verticale pieno in acciaio di spessore 12 mm.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli elementi che compongono la nuova scala per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.18 Intervento 18 - Nuova scala mezzanino est

Si tratta di una nuova scala realizzata interamente in carpenteria metallica che collega il piano mezzanino lato est con il piano primo. I gradini e i pianerottoli sono appoggiati su cosciali, realizzati con piatti in acciaio, che trasferiscono il carico ai due livelli dell'edificio e al muro perimetrale. I gradini e i pianerottoli sono previsti in lamiera presso-piegata. La scala è interamente perimetrata da pareti. Non sono quindi previsti parapetti.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli elementi che compongono la nuova scala per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.19 Intervento 19 - Nuovo soppalco a piano primo tra i fili 2-3

Si tratta di un nuovo soppalco realizzato interamente in carpenteria metallica e collocato a piano primo, tra i fili 2-3. Il soppalco si sviluppa su due livelli.

Il primo, più basso, si sviluppa sui due lati. L'orditura principale è realizzata con profili IPE 160, che lavorano su schema statico di semplice appoggio e modesto sbalzo verso il centro del salone. Le travi principali sono appoggiate su due colonne HEA 100, che scaricano direttamente sui pilastri in pietra del piano sottostante, e sulle pareti perimetrali in muratura, a cui vengono inghisati mediante ancoranti chimici. L'orditura secondaria, è realizzata con profili HEA 100. Lo schema statico è quello di semplice appoggio tra le travi

principali e le pareti perimetrali in muratura. Il collegamento con la muratura avviene attraverso l'inghisaggio di ancoranti chimici. L'impalcato viene realizzato con lamiera grecata.

Il secondo livello, più alto, si sviluppa sulla sola porzione centrale e ripete l'impostazione strutturale del soppalco più basso. Il carico del solaio più alto viene trasferito a quello più basso attraverso due colonne HEA100 che appoggiano sull'orditura principale del soppalco sottostante.

Nella relazione di calcolo viene esposta la verifica degli elementi che compongono il nuovo soppalco per i carichi e i sovraccarichi di progetto.

7.20 Intervento 20 - Muretti di contenimento rampa esterna

L'intervento prevede la realizzazione dei muretti di contenimento della rampa esterna, sui tre lati in cui essa confina con l'edificio esistente, con l'edificio a sud e con il lato dove è presente oggi il corpo ascensore. Si prevede nello specifico di realizzare dei muretti di sostegno in c.a., su cui installare un parapetto in carpenteria metallica realizzato con un pannello pieno di spessore 12 mm.

7.21 Intervento 21 - Apertura varco su muro di recinzione lato parco.

L'intervento prevede l'apertura di un varco sul muro di recinzione lato parco. Si prevede di consolidare i due lembi liberi del muro mediante l'installazione di un elemento in carpenteria metallica da inghisare sulla muratura perimetrale e sulla struttura di fondazione.

8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

8.1 Strutture

8.1.1 NORMATIVE

L. 5.11.1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"

C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617: "Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

8.1.2 ALTRI RIFERIMENTI

D.M. 14/2/92: "Norme tecniche per cemento armato normale-precompresso e strutture metalliche" (relativamente al metodo di verifica alle Tensioni Ammissibili).

Circ. Min. LL. PP. 24/6/93: "Istruzioni relative alle norme tecniche per cemento armato normale-precompresso e strutture metalliche di cui al D.M. del 14/2/92" (relativamente al metodo di verifica alle Tensioni Ammissibili).

D.M. 09.01.96: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" (relativamente al metodo di verifica agli Stati Limite).

Circ. Min. LL.PP. 15.10.96: "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" di cui al D.M. del 09.01.96" (relativamente al metodo di verifica agli Stati Limite).

8.2 Carichi e Sovraccarichi

8.2.1 NORMATIVE

D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"

C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617: "Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

8.2.2 ALTRI RIFERIMENTI

D.M. 16.01.1996: "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

Circ. Min. LL.PP. 04.07.96: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi " di cui al D.M. del 16.01.96.

8.3 Materiali

8.3.1 NORMATIVE

D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"

C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617: "Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

8.3.2 ALTRI RIFERIMENTI

8.3.2.1 Generali

Decreto del Presidente della Repubblica 21.04.1993 n° 246: "Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione".

D.M. 09.01.96: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche" (relativamente al metodo di verifica agli Stati Limite).

Circ. Min. LL.PP. 04.07.96: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi " di cui al D.M. del 16.01.96

8.3.2.2 Calcestruzzo

UNI EN 206/1 Ottobre 2001: "Calcestruzzi , specificazione, produzione e conformità"

UNI 11104 Marzo 2004: "Calcestruzzo. Specificazione, prestazione, produzione e conformità. Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1"

Consiglio Sup. dei LL.PP. – Servizio Tecnico Centrale: "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive"

CNR-DT 104/98: Indicazioni normative sulla resistenza e durabilità del calcestruzzo strutturale

8.3.2.1 Legno

UNI 11119: 2004: Beni culturali – Manufatti lignei – Strutture portanti degli edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera"

UNI EN 338: Legno strutturale - Classi di resistenza

D.M. 14 gennaio 2008 (agg. gennaio 2011) Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme tecniche per le costruzioni

8.4 Terreni - Fondazioni

8.4.1 NORMATIVE

D.M. 14.01.2008: "Norme Tecniche per le Costruzioni"

C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617: "Istruzione per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

8.4.2 ALTRI RIFERIMENTI

D.M. 11.03.1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

PROGETTO PER LA RIQUALIFICAZIONE URBANA DI BELLUNO CAPOLUOGO, DENOMINATO PROGETTO BELLUNO, DA PERIFERIA DEL VENETO A CAPOLUOGO DELLE DOLOMITI
LOTTO IV – SALONE DEI GESUITI

Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 24.09.1988, n° 30483: “Legge 02.02.1974, n° 64 - articolo 1. D.M. 11.03.1988: “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.

9 GENERALITÀ SUL METODO DI CALCOLO

Il dimensionamento e la verifica delle strutture viene eseguito con le modalità previste dal D.M. 14.01.2008, nel seguito “R.I.”, e dalla relativa circolare esplicativa C.C.S.LL.PP. 02.02.2009 n.617: “Istruzione per l’applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”, mediante il **metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (stati limite ultimi, nel seguito SLU e stati limite di esercizio, nel seguito SLE)**. Il calcolo delle sollecitazioni sulla struttura e il dimensionamento delle sezioni viene condotto con i metodi della Scienza e della Tecnica delle Costruzioni. L’analisi strutturale effettuata è di norma nell’ambito della teoria elastica lineare che ben rappresenta il comportamento globale dell’intera struttura.

9.1 Combinazione delle azioni

L’analisi statica effettuata secondo il D.M. 14.01.2008 tiene conto della scarsa probabilità che le azioni esercitino i loro effetti simultaneamente con la massima intensità. Di conseguenza le azioni variabili si trasformano in valori caratteristici rispettivamente in:

valore di combinazione: $\psi_{ij} Q_{kj}$

con $i = 0,1,2$

Le combinazioni delle azioni sono di seguito definite:

$$F_d = \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_j (\gamma_{Qj} \psi_{0j} Q_{kj}) \quad \text{Combinazione Fondamentale(SLU)}$$

$$F_d = G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_j (\gamma_{Qj} \psi_{0j} Q_{kj}) \quad \text{Comb. Caratt. Rara}$$

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \sum_j (\psi_{2j} Q_{kj}) \quad \text{Comb. Caratt. Frequente}$$

$$F_d = G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_j (\psi_{2j} Q_{kj}) \quad \text{Comb. Caratt. Quasi Perm. (SLE)}$$

$$F_d = E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_j (\psi_{2j} Q_{kj}) \quad \text{Comb. Sismica}$$

$$F_d = G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} Q_{k1} + \sum_j (\psi_{2j} Q_{kj}) \quad \text{Comb. Eccezionale}$$

dove i simboli assumono il seguente significato e valore:

G_1 azioni permanenti relative al peso proprio degli elementi strutturali

G_2 azioni permanenti relative al peso proprio degli elementi non strutturali

P azioni relative ad eventuale presenza di pretensione e precompressione

Q_{kj} azioni accidentali

E azione sismica

A_d azioni eccezionali di progetto

γ moltiplicatori delle azioni, variabili fra 0.9 e 1.5 (secondo tab. 2.6.I)

ψ_{0j} coefficienti di combinazione delle azioni , variabili fra 0.0 e 1.0 (secondo tab. 2.5.I)

ψ_{1j} coefficienti di combinazione delle azioni , variabili fra 0.0 e 0.9 (secondo tab. 2.5.I)

ψ_{2j} coefficienti di combinazione delle azioni , variabili fra 0.0 e 0.8 (secondo tab. 2.5.I)

Tabella 2.5.I normativa vigente:

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.6.I normativa vigente:

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

9.2 Codici di calcolo

I codici di calcolo automatico utilizzati per l'esecuzione della presente analisi strutturale sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- utilizzo delle versioni più aggiornate (dopo test);
- pratica d'uso frequente in studio.

In considerazione dei problemi in studio, caratterizzati da piccoli spostamenti e tensioni inferiori ai limiti elastici dei materiali, si è ritenuto sufficiente adottare una schematizzazione della geometria e dei materiali di tipo lineare con leggi elastiche e isotrope ed omogenee.

9.2.1 STRAUS7 REL. 2.4.6

Programma di calcolo strutturale agli elementi finiti prodotto da "G+D Computing Pty. Ltd 2000". Esegue il calcolo di strutture spaziali composte da elementi mono- e/o bidimensionali anche con effetti dinamici. Questo software è fra i programmi strutturali ad elementi finiti più diffusi con svariate applicazioni e di comprovata affidabilità. In particolare il codice di calcolo è stato verificato con 144 test di validazione organizzati in modo sistematico per trattare la casistica delle applicazioni fondamentali del codice e raccolti nel "Verification Manual". Gli esempi sono strutturati sulla falsariga dei cosiddetti 'benchmark', utilizzando, ove esistenti, i problemi di riferimento proposti da organizzazioni internazionali note.

Esaminata la documentazione a corredo del software si ritiene che il codice sia idoneo allo studio di elementi strutturali spaziali.

9.2.2 VCA SLU - PROF. PIERO GELFI

Codice di calcolo per la verifica a pressoflessione di sezioni generiche in calcestruzzo armato. Esegue il calcolo con il metodo degli stati limite e con il metodo n.

Il codice, di grande diffusione, è utilizzato abitualmente nella pratica professionale dello studio e in ambito universitario.

9.2.1 ARCO - PROF. PIERO GELFI

Codice di calcolo per la verifica di archi in muratura. Il codice, di grande diffusione, è utilizzato abitualmente nella pratica professionale dello studio e in ambito universitario.

9.2.2 SAV STABILITÀ DI ARCHI E VOLTE IN MURATURA – AEDES SOFTWARE S.N.C.

Codice di calcolo per la verifica della stabilità e della resistenza di archi e volte in muratura. Il codice, di grande diffusione e comprovata affidabilità è utilizzato abitualmente nella pratica professionale dello studio e in ambito universitario.

10 ALLEGATI

Allegato 1: Relazione “Risultati indagini in situ” di Geoconsult S.r.l.