

COMUNE DI RIVOLI

RIQUALIFICAZIONE DELLA VILLA ANTICA, DELLA PALAZZINA SVIZZERA E DELLE AREE ESTERNE AD ESSE CONNESSE DEL COMPENDIO DENOMINATO "VILLA MELANO"

FONTE DI FINANZIAMENTO: FONDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE (FSC)
CIG: 938107432A - CUP: F25C19001500007



PERIZIA DI VARIANTE

RTP: **Isolarchitetti S.r.l. (capogruppo)**

prof. arch. Giovanni Durbiano

arch. Umberto Montanari

arch. paesaggista Marco Ferrari

Nicola Restauri S.r.l.

MCM Ingegneria S.r.l.

ing. Damiano Bonomelli

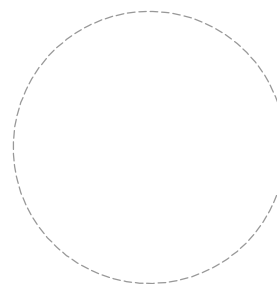
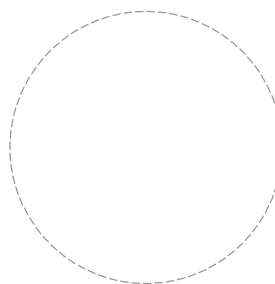
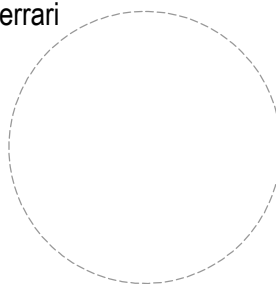
geol. Andrea Ferrarotti

Pirotecnico S.r.l.

RUP: **arch. Antonio Graziani**

Comune di Rivoli

Direzione Servizi al Territorio e alla Città



OGGETTO

Relazione tecnico-specialistica delle opere strutturali

V26b

DATA

20/02/2026

REV.01

27/03/2026

REV.02

REV.03

SCALA

COMUNE DI RIVOLI

RIQUALIFICAZIONE DELLA VILLA ANTICA, DELLA PALAZZINA SVIZZERA E DELLE AREE ESTERNE AD ESSE CONNESSE DEL COMPENDIO DENOMINATO “VILLA MELANO”

FONTE DI FINANZIAMENTO: FONDO PER LO SVILUPPO E LA COESIONE (FSC)
CIG: 938107432A - CUP: F25C19001500007

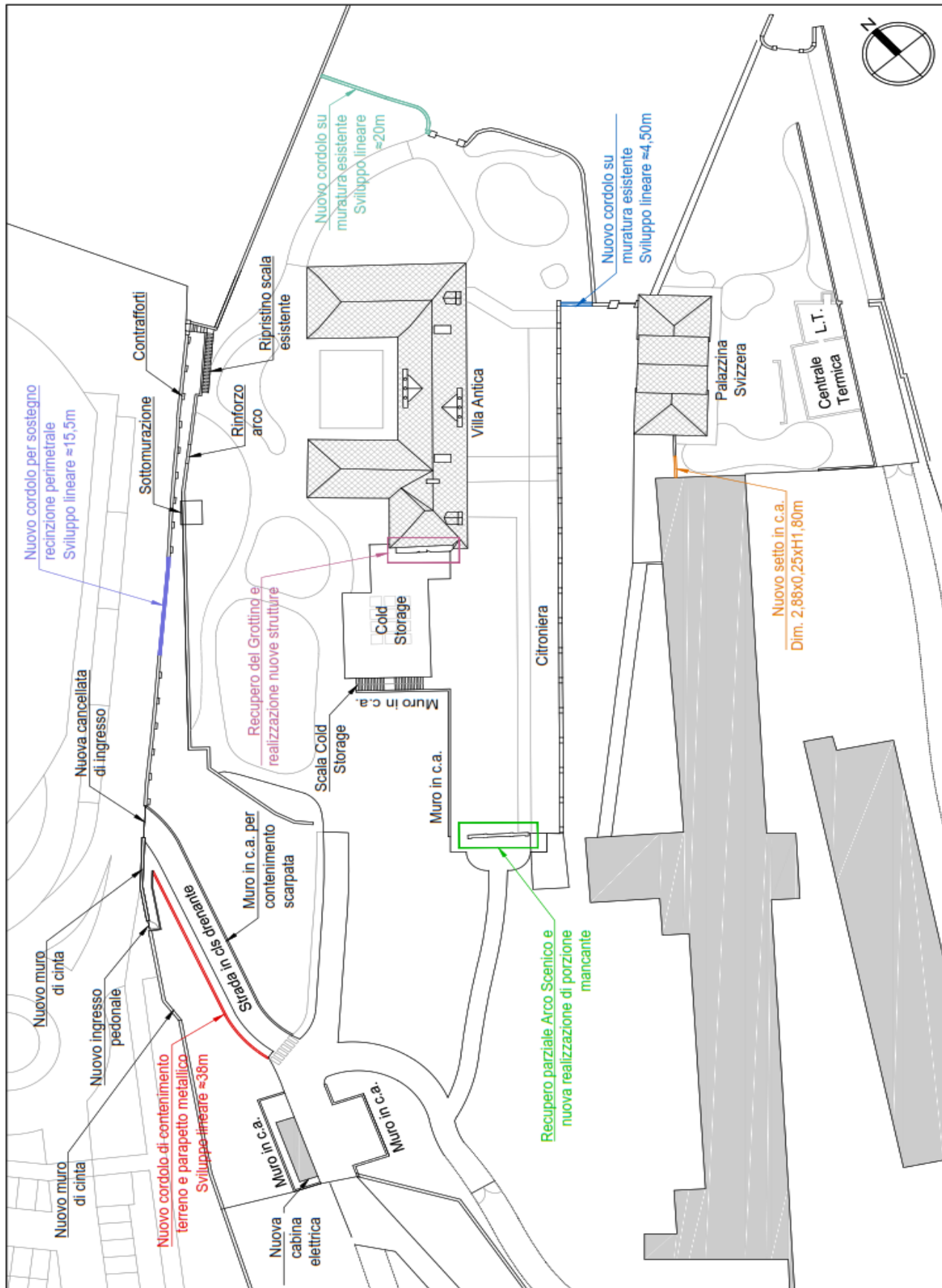
PERIZIA DI VARIANTE

RELAZIONE TECNICO-SPECIALISTICA DELLE OPERE STRUTTURALI

SOMMARIO

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO DELL'INTERVENTO STRUTTURALE.....	13
2.1. TIPOLOGIA DI INTERVENTI PREVISTI AI SENSI DELLE NTC2018.....	14
2.2. PRINCIPI FONDAMENTALI.....	15
2.3. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	16
2.4. VITA NOMINALE E CLASSI D'USO.....	16
2.5. FORMULAZIONE DEL CRITERIO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE.....	17
2.6. COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI	18
2.7. ANALISI DEL CARICO NEVE.....	19
3. PRESCRIZIONI SUI MATERIALI.....	21

PIANTA INTERVENTI DI RINFORZO



1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La presente relazione tecnico-specialistica riguarda gli interventi di rinforzo strutturali sui manufatti esistenti progettati nell'ambito della perizia di variante al progetto esecutivo di riqualificazione della Villa Antica, della Palazzina Svizzera e delle aree esterne ad esse connesse del compendio denominato “Villa Melano”. Il complesso è sito nel comune di Rivoli in provincia di Torino. Gli interventi di rinforzo strutturale in progetto vengono raggruppati di seguito.

Rinforzo strutturale dell'Arco Scenico

Gli interventi strutturali descritti di seguito si rendono necessari per la ricostruzione architettonica dell'Arco Scenico oggetto di intervento. Come esplicitato nell'elaborato grafico allegato (Tavola V22) gli interventi strutturali si suddividono in varie fasi per garantire la corretta esecuzione dell'opera e la sicurezza durante gli interventi. In particolare:

- FASE 1: Rimozione e demolizione delle parti crollate e danneggiate dell'Arco Scenico, comprensive del basamento sotto piano campagna; si precisa che il pilastro attualmente ancora integro dovrà essere mantenuto.
- FASE 2: Realizzazione del ponteggio di forza, consistente in un traliccio composto con tubi e giunti a trazione, fondato su un basamento in calcestruzzo al di sotto del piano campagna. Tale ponteggio di forza si rende necessario per la messa in sicurezza del pilastro oggetto di mantenimento.
- FASE 3: Una volta garantita la sicurezza del pilastro esistente si potrà procedere al completamento delle opere di demolizione delle parti interferenti con le nuove opere a progetto.
- FASE 4: Realizzazione di un nuovo basamento in c.a. spinottato alla fondazione rimanente del pilastro per garantirne la completa stabilità.
- FASE 5: Realizzazione della nuova platea di fondazione con spessore 60cm spinottata al getto eseguito in FASE 4. Su tale platea si fonderanno i nuovi pilastri per la ricostruzione dell'Arco Scenico.
- FASE 6: Realizzazione della struttura in elevazione in c.a. composta da n°3 pilastri con sezione portante 25x57cm, sormontati da una trave di collegamento con sezione portante 25x50cm, la quale andrà ad innestarsi con opportune spinottature sulla testa del pilastro in muratura esistente. Completa la struttura in elevazione una seconda trave con sezione 25x18cm anch'essa da innestare sul pilastro esistente.

Al termine delle varie fasi descritte sopra, si prevede la rimozione del ponteggio di forza attorno al pilastro esistente, ormai consolidato, il rinterro delle aree di scavo e il ripristino dei luoghi, opportunamente preparati per accogliere le lavorazioni edili di progetto.

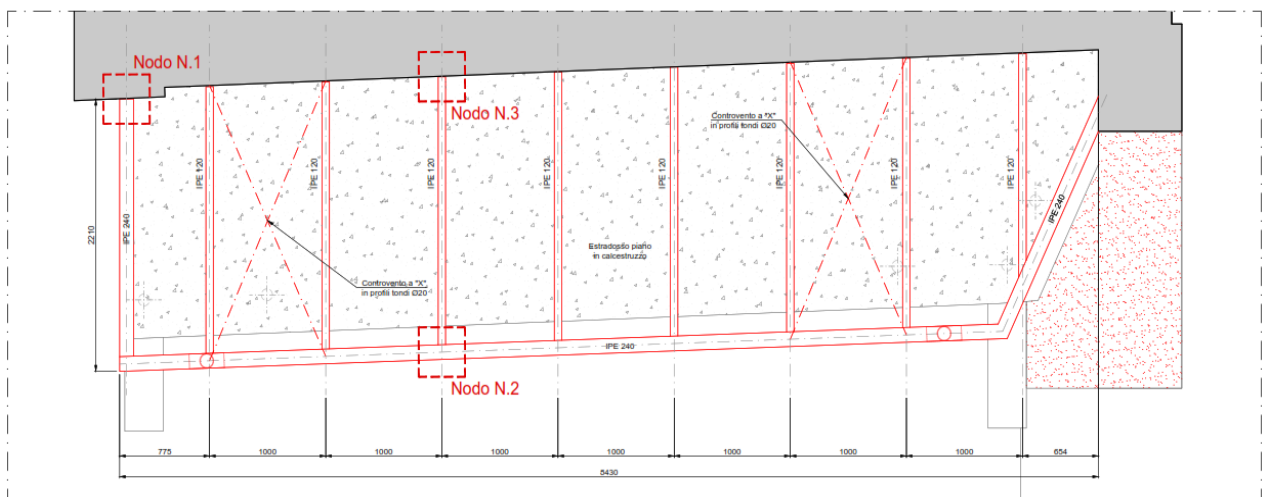
Rinforzo strutturale del Grottino

L'ambiente denominato il “grottino” è un manufatto addossato al prospetto posteriore della villa, caratterizzato da una superficie in conglomerato cementizio sorretta da una struttura metallica esistente con soprastante copertura in lastre in pietra naturale.

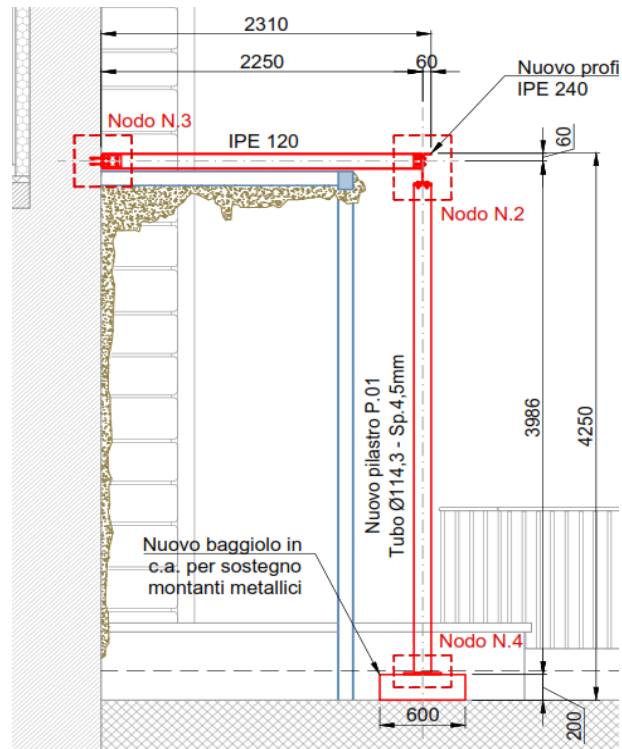


Foto del grottino allo stato di fatto

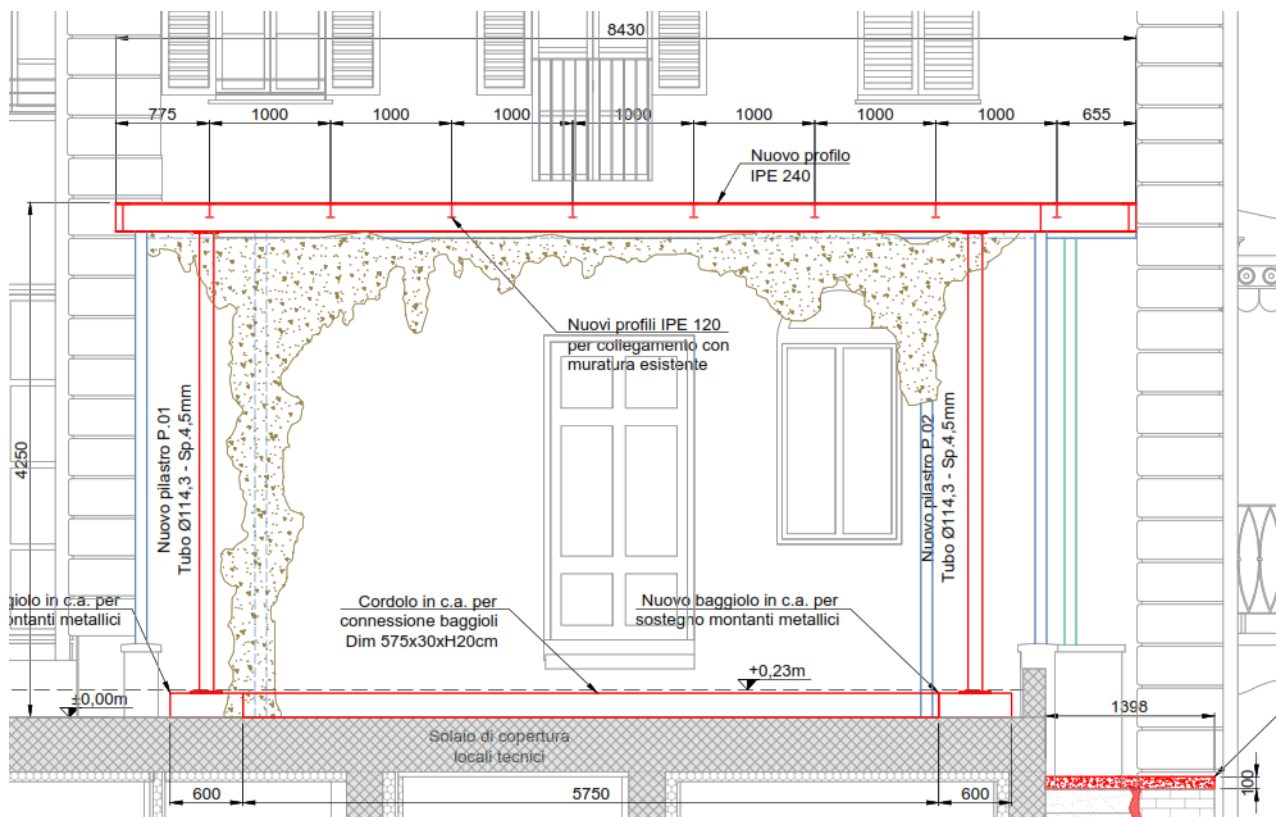
Si prevede la messa in sicurezza del grottino mediante la realizzazione di due pilastri in acciaio con profilo circolare di dimensione 114,3x4,5 mm a sostegno di una nuova copertura realizzata con travi principali IPE 240, travi secondarie IPE 120 e controventi $\phi 20$ mm. Le travi principali sono collegate alle travi secondarie mediante angolari metallici 60x60x6 mm e tasselli meccanici, il collegamento delle travi principali al muro esistente si prevede mediante angolari metallici e tasselli meccanici, mentre il collegamento delle travi secondarie avviene mediante piastre metalliche e tasselli meccanici. I due pilastri in acciaio saranno fissati alla base a due baggioli in c.a. di dimensioni 60x60x20cm di nuova realizzazione mediante piastre di base in acciaio e tasselli meccanici. La copertura sarà costituita da un tavolato in legno di spessore pari a 30mm e una lamiera in rame.



Pianta copertura in progetto grottino



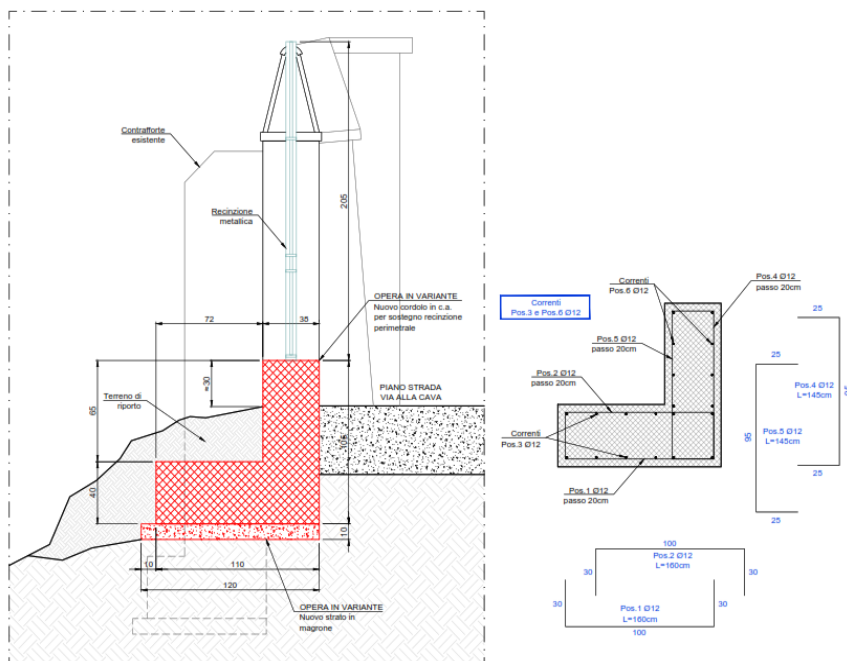
Sezione struttura metallica in progetto grottino



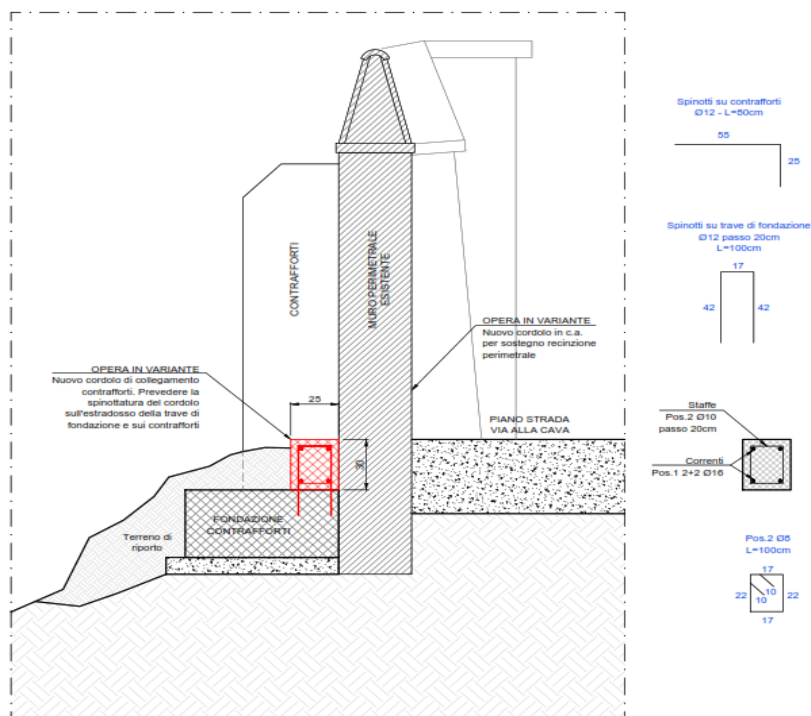
Prospetto struttura metallica in progetto grottino

Ricostruzione del muro perimetrale su Via alla Cava

In seguito al parziale crollo di una porzione di muro di recinzione perimetrale esistente si prevede la realizzazione di un cordolo in c.a. avente sezione ad L di dimensioni 120x105cm con un sottostante strato di magrone dello spessore di 10cm. Il cordolo in c.a. si rende necessario per l'installazione di una nuova recinzione metallica. Inoltre, verrà realizzato un cordolo in c.a. di dimensioni 30x25cm con la funzione di collegamento dei contrafforti in c.a. Il nuovo cordolo verrà collegato alle fondazioni esistenti dei contrafforti e ai contrafforti stessi mediante barre filettate $\phi 12$ inghisate con opportuna resina epossidica.



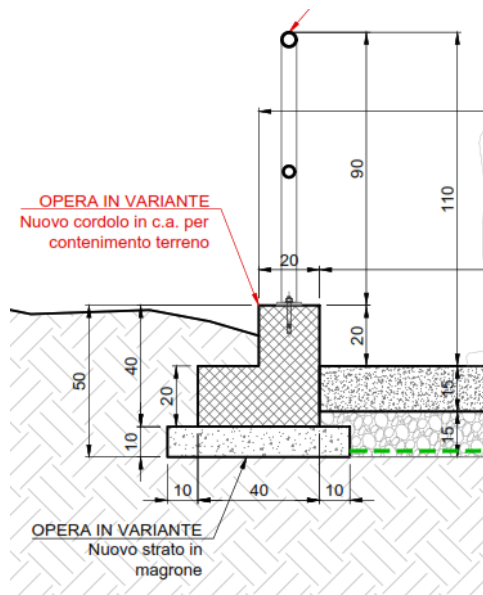
Sezione cordolo in c.a. a sostegno della nuova recinzione in progetto



Sezione cordolo di collegamento in c.a. tra i contrafforti in progetto

Aree Esterne - Realizzazione di nuovo cordolo di delimitazione marciapiede a supporto di un parapetto metallico

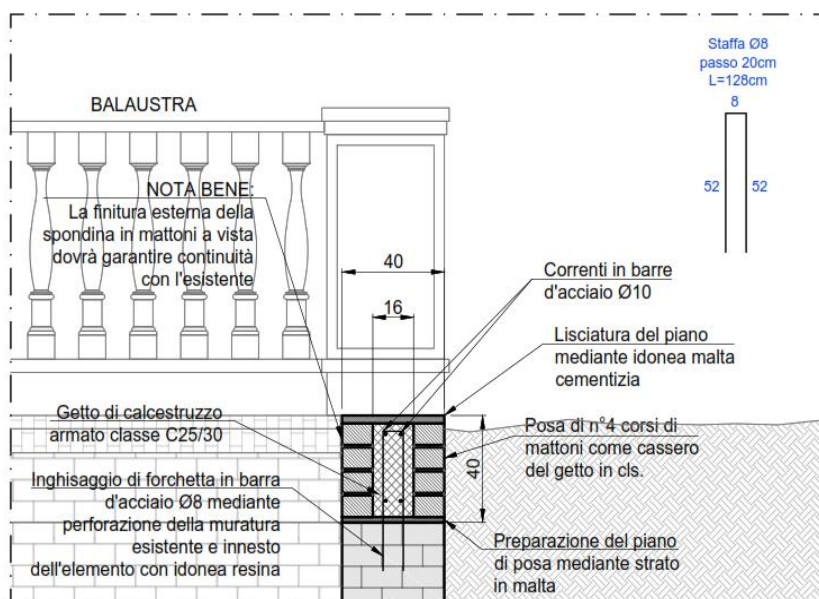
Il nuovo cordolo in c.a. con forma ad “L” di dimensioni 40x40 ha la funzione di delimitazione del marciapiede e contenimento terreno. Al cordolo verrà fissato un parapetto metallico composto da montanti e mancorrente in profilo tubolare d48.3 mm sp. 3.2 mm e corrente intermedio in profilo tubolare d42.4 mm sp. 3.2 mm. I montanti verranno fissati all'estradosso del cordolo con una piastra metallica di dimensioni 170x100 mm mediante n. 2 tasselli meccanici M12.



Estratto tavola V19 – Cordolo di delimitazione in c.a.

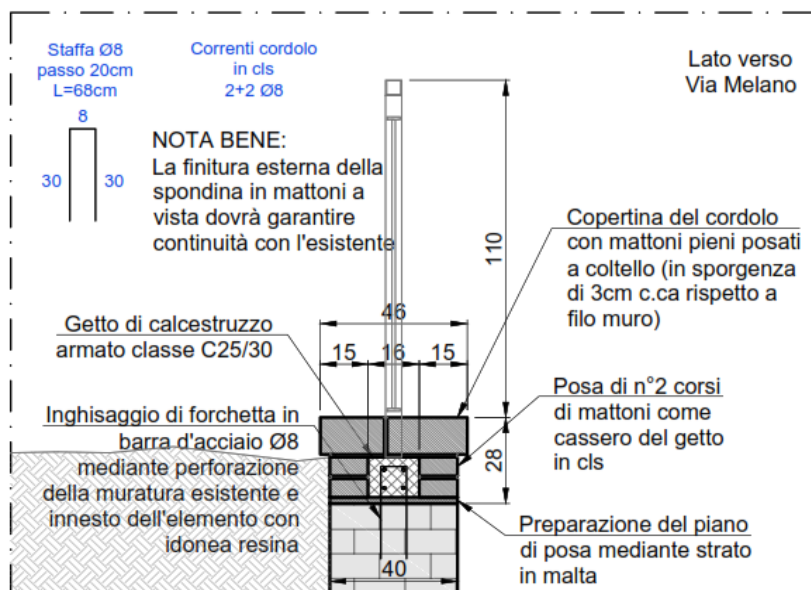
Aree Esterne - Ripristino estradosso muratura esistenti

Per la futura installazione di un parapetto metallico si prevede la realizzazione di un cordolo sommitale in c.a. in corrispondenza di una parete in muratura sul retro della Palazzina Svizzera, previa demolizione di una porzione di muratura esistente. Il cordolo in c.a. sarà armato con n. 4 d10 e reso solidale alla muratura esistente mediante n. 1+1 barra d8 passo 20 cm inghisate mediante perforazione della muratura esistente e innesto dell'elemento con idonea resina. Il cordolo in c.a. verrà gettato in un cassero composto da mattoni, che fungeranno da ricoprimento.



Estratto tavola V20 – Cordolo in c.a. sul retro della Palazzina Svizzera

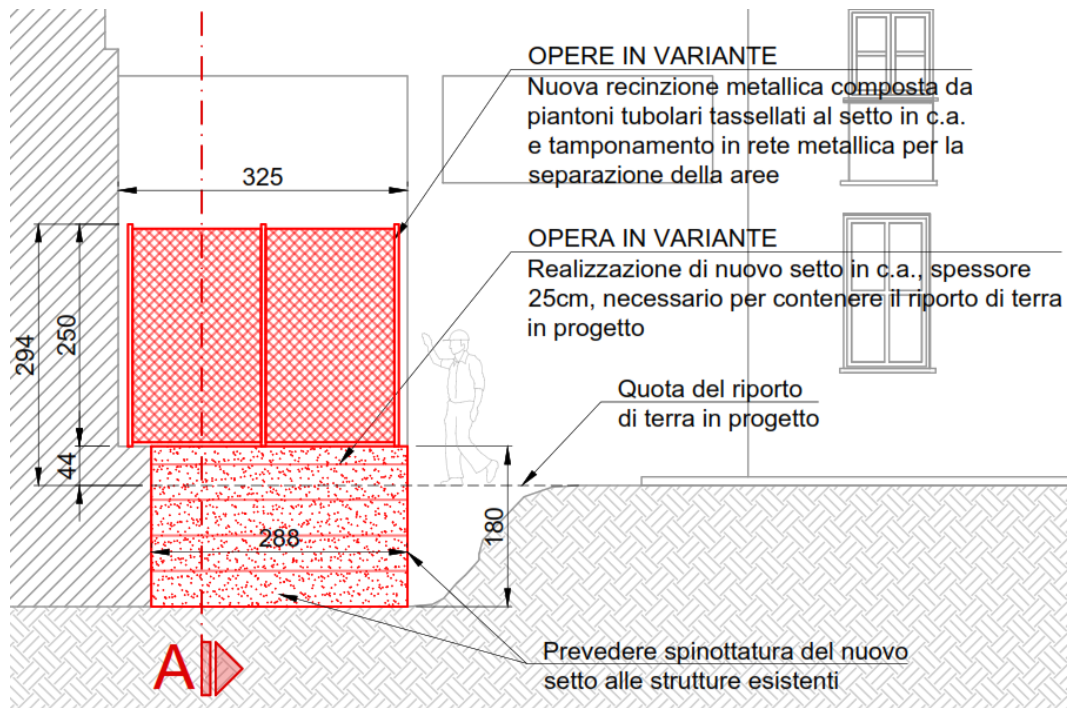
Per la futura installazione di un parapetto metallico si prevede la realizzazione di un cordolo sommitale in c.a. in corrispondenza di una parete in muratura di confine su Via Melano, previa demolizione di una porzione di muratura esistente. Il cordolo in c.a. sarà armato con n. 4 d8 e reso solidale alla muratura esistente mediante n. 1+1 barra d8 passo 20 cm inghisate mediante perforazione della muratura esistente e innesto dell'elemento con idonea resina.



Estratto tavola V20 – Cordolo in c.a. su Via Melano

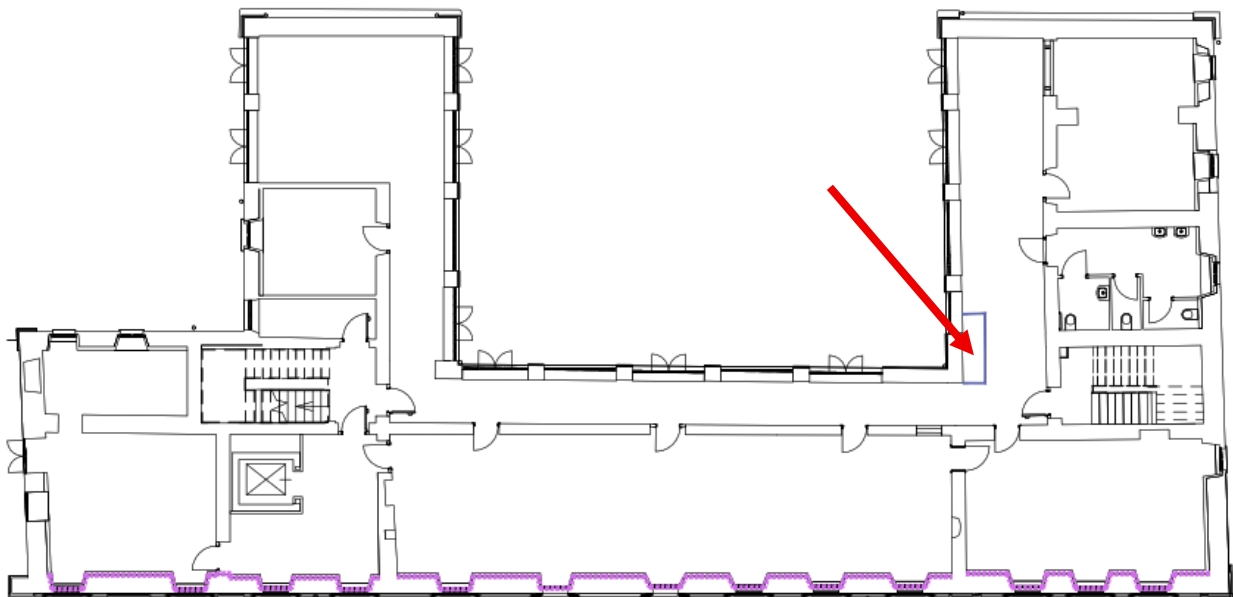
Aree esterne – Nuovo setto in c.a. e parapetto lato Sud Palazzina Svizzera

Si prevede la realizzazione di un setto in c.a. per contenimento del terreno dell'area esterna sul fronte della Palazzina Svizzera e per la separazione dall'area non oggetto di intervento. Il setto in c.a. avrà un'altezza pari a 180 cm, una lunghezza di 288 cm ed uno spessore di 25 cm. Il nuovo setto in c.a. sarà collegato alla platea esistente in c.a. mediante barre d12 a passo 20 cm spinottate nella platea. In sommità del nuovo setto in c.a. verrà installata una recinzione metallica composta da piantoni tubolari tassellati al setto in c.a. e tamponamento in rete metallica per la separazione delle aree.



Estratto tavola V21 – Setto in c.a.

Pavimentazione in vetro strutturale al piano terra della Villa Antica



Piano terra - VA.

Estratto Tavola V11 – Individuazione vetrata a pavimento al piano terra di Villa Antica

Al piano terra della Villa Antica si prevede la realizzazione di una vetrata a pavimento di dimensioni 80x250 cm come indicato nell'elaborato V11. Il vetro in progetto è della tipologia stratificato temprato 10+10+10mm con intercalare PVB 1,52 ed è suddiviso in due lastre 80x125cm appoggiate su tre lati su gomma compatta (es. EPDM) con telaio metallico perimetrale.

Questi interventi sono riportati nei seguenti elaborati:

Cod.	Descrizione	Rev.
V18	STR - Inquadramento	01
V19	STR – Cordolo su marciapiede e parapetto	01
V20	STR – Cordolo su murature esistenti	01
V21	STR – Setto in c.a. Palazzina Svizzera	01
V22	STR - Interventi strutturali su Arco Scenico - Piante e sezioni – Fasi di lavorazione	01
V23	STR - Interventi strutturali su Arco Scenico - Carpenterie e armature	01
V24.1	STR - Interventi strutturali per recupero Grottino – Piante e sezioni	01
V24.2	STR - Interventi strutturali muro su Via alla Cava – Particolari costruttivi	01
V25	STR - Interventi strutturali muro su Via alla Cava - Prospetto e sezioni	01

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO DELL'INTERVENTO STRUTTURALE

Le verifiche di resistenza sono effettuate secondo il metodo degli stati limite ultimi.

Si seguono le indicazioni delle seguenti normative:

D. M. INFRASTRUTTURE 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni”

Circ. M. INFRASTRUTTURE E TRASPORTI 21 gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte 30 dicembre 2019, n. 6-887

OPCM 3519/2006. Presa d'atto e approvazione dell'aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Piemonte, di cui alla D.G.R. del 21 maggio 2014, n. 65- 7656.

Deliberazione della Giunta Regionale del Piemonte 26 novembre 2021, n. 10-4161

D.P.R. 380/2001. Approvazione delle nuove procedure di semplificazione attuative di gestione e controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico.

Revoca delle D.G.R. 49-42336/1985, 2-19274/1988, 61-11017/2003, 4-3084/2011, 7-3340/2012, 65-7656/2014, 4-1470/2020, 14-2063/2020 e sostituzione dell'Allegato alla D.G.R. 5-2756 del 15 gennaio 2021.

UNI EN 10020:2001, Definizione e classificazione dei tipi di acciaio.

UNI EN 1090, Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio- Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali.

UNI EN 1090-2:2011, Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio- Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio.

UNI EN 14399 - 1:2005, Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato – Parte 1: Requisiti generali

UNI EN 14399-3:2005, Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato – Parte 3: Sistema HR – Vite/dado esagonali.

UNI EN 14399-4:2005, Bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato – Parte 4: Sistema HV – Vite/dado esagonali.

UNI EN 15048-1:2007, Bulloneria strutturale non a serraggio controllato- Parte 1: Requisiti generali.

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;

UNI EN 10025-2:2019 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;

UNI EN 10025-3:2019 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;

UNI EN 10025-4:2019 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;

UNI EN 10025-5:2019 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;

UNI EN 10025-6:2019 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato;

UNI EN 10210-1:2006 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN 10219-1:2006 - Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali di acciai non legati e a grano fine - Parte 1: Condizioni tecniche di fornitura;

UNI EN ISO 4063:2011 - Saldatura e tecniche affini - Nomenclatura e codificazione numerica dei processi;

UNI EN ISO 9692-1:2013 - Saldatura e procedimenti connessi - Tipologie di preparazione dei giunti - Parte 1: Saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco con elettrodo fusibile sotto protezione di gas, saldatura a gas, saldatura TIG e saldatura mediante fascio degli acciai;

UNI EN ISO 9692-2:2001 - Saldatura e procedimenti connessi - Preparazione dei giunti - Saldatura ad arco sommerso degli acciai;

UNI EN ISO 9692-3:2016 - Saldatura e procedimenti connessi - Tipi di preparazione dei giunti - Parte 3: Saldatura MIG e TIG dell'alluminio e delle sue leghe;

UNI EN ISO 9692-4:2005 - Saldatura e procedimenti connessi - Raccomandazioni per la preparazione dei giunti - Parte 4: Acciai placcati;

UNI EN ISO 17659:2006 - Saldatura - Lista multilingue dei termini relativi ai giunti saldati, con illustrazioni.

2.1. TIPOLOGIA DI INTERVENTI PREVISTI AI SENSI DELLE NTC2018

Gli interventi strutturali previsti in progetto sono essenzialmente suddivisibili in tre macro categorie:

- Interventi strutturali volti a ripristinare le strutture danneggiate o dissestate;
- Interventi strutturali di rinforzo/consolidamento degli elementi portanti esistenti;
- Interventi strutturali dovuti al cambio di destinazione d'uso dei fabbricati e quindi alla redistribuzione degli spazi interni degli stessi. In questa categoria rientrano:
 - Nuove opere strutturali;
 - Interventi strutturali locali.

Gli interventi strutturali volti a ripristinare le strutture danneggiate o dissestate consistono nel ripristino dell'integrità strutturale dell'elemento danneggiato o, nel caso che questo non sia recuperabile, nella sua sostituzione in toto con uno nuovo, il quale sarà calcolato e dimensionato in funzione della normativa vigente (D.M. 17/01/2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni).

I principali interventi strutturali rientranti in questa prima macro categoria sono i ripristini della continuità della muratura portante ove danneggiata/ammalorata mediante la tecnica del cuci-scuci.

Per quanto le nuove costruzioni queste sono facilmente inquadrabili a livello normativo, gli interventi sulle strutture esistenti, ai sensi delle NTC2018, si suddividono in tre categorie:

- *interventi di riparazione o interventi locali*: interventi che interessino singoli elementi strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti;
- *interventi di miglioramento*: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza previsti per gli interventi di adeguamento;
- *interventi di adeguamento*: interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente fino al raggiungimento di determinate soglie specifiche, i quali sono obbligatori nel caso in cui si intenda:
 - sopraelevare la costruzione;
 - ampliare la costruzione mediante opere ad essa strutturalmente connesse e tali da alterarne significativamente la risposta;
 - apportare variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10% in condizione SLE Rara, includendo i soli carichi gravitazionali;
 - effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente, ad esempio per edifici effettuare interventi strutturali che trasformano il sistema strutturale mediante l'impiego di nuovi elementi verticali portanti su cui grava almeno il 50% dei carichi gravitazionali complessivi riferiti ai singoli piani;
 - apportare modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.

Nell'ambito della Perizia di Variante in oggetto, **tutti gli interventi sulle strutture esistenti previsti**, qualora riguardanti singole parti della struttura, che non alterano il comportamento globale della stessa e tendenzialmente volti alla modifica di elementi isolati o porzioni limitate della struttura, non ricadono nell'ambito dell'adeguamento strutturale e quindi **rientrano nella categoria degli interventi di riparazione o interventi locali**. Il progetto e la valutazione della sicurezza saranno quindi riferiti alle sole parti e/o elementi interessati. Si rimanda alla specifica relazione “V26 – Relazione di calcolo – Interventi di rinforzo sulle strutture esistenti” per il dettaglio delle verifiche di calcolo e quindi della assunzioni poste alla base delle stesse.

2.2. PRINCIPI FONDAMENTALI

I calcoli e le verifiche sono condotti utilizzando il criterio semiprobabilistico degli stati limite (o coefficienti parziali) secondo le indicazioni del D.M. 17 gennaio 2018.

Ad integrazione delle suddette norme si utilizzeranno i seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN (comprese, quando presenti, le prescrizioni riportate nelle varie Appendici Nazionali);
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove, prodotti e materiali pubblicate dall'UNI.

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad ulteriore integrazione delle presenti norme, sono stati utilizzati tutti i documenti di comprovata validità definiti al Capitolo 12 del D.M. 17 Gennaio 2018.

La sicurezza e le prestazioni dell'opera sono valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale. Uno stato limite è definito come la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata; in particolare gli stati limite si dividono in:

- *Sicurezza nei confronti di Stati Limite ultimi (SLU)*: capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone ovvero comportare la perdita di beni, ovvero provocare gravi danni ambientali e sociali, ovvero mettere fuori servizio l'opera;
- *Sicurezza nei confronti di Stati Limite di esercizio (SLE)*: capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio;
- *Robustezza nei confronti di azioni eccezionali*: capacità di evitare danni sproporzionati rispetto all'entità delle cause innescanti quali incendio, urti, esplosioni.

2.3. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Nel rispetto del metodo semiprobabilistico agli stati limite, la sicurezza verrà verificata tramite il confronto tra la resistenza e l'effetto delle azioni. Per la sicurezza strutturale, la resistenza dei materiali e le azioni sono rappresentate da valori caratteristici, R_{ki} e F_{kj} definiti, rispettivamente, con il frattile inferiore delle resistenze ed il frattile (superiore o inferiore) delle azioni che minimizzano la sicurezza.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi di resistenza si effettua con il *metodo dei coefficienti parziali*, espresso dalla relazione:

$$R_d \geq E_d$$

Dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in funzione dei valori di progetto della resistenza dei materiali ed ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj}=F_{kj} \cdot \gamma_{Fj}$ delle azioni o direttamente

$$E_{dj} = E_{kj} \cdot \gamma_{Ej}$$

I coefficienti parziali di sicurezza γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo ed all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze, le incertezze relative alle tolleranze geometriche nonché all'affidabilità dei modelli di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite di esercizio si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale (deformata e spostamenti).

La verifica della sicurezza nei confronti delle azioni accidentali, ad esempio nei confronti dell'incendio, si esprime definendo la classe di resistenza al fuoco che si vuole attribuire alla struttura.

2.4. VITA NOMINALE E CLASSI D'USO

Vita Nominale (VN): di progetto pari a 50 anni intesa come il periodo di tempo nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo alla quale è destinata.

Classe d'uso III: costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi.

Periodo di riferimento per l'azione sismica (V_R): 50 anni

Le azioni sismiche vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U (funzione della Classe d'uso) che, nel caso in esame, vale:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1.5 = 75$$

2.5. FORMULAZIONE DEL CRITERIO SEMIPROBABILISTICO AGLI STATI LIMITE

STATO LIMITE ULTIMO (S.L.U.)

Le verifiche agli S.L.U. si eseguono per tutte le più gravose condizioni di carico che possono agire sulla struttura. Per la situazione permanente e transitoria si occorre verificare che l'azione sollecitante di calcolo S_d sia inferiore alla resistenza ultima di calcolo R_d .

Le azioni sollecitanti di calcolo dovranno essere calcolate secondo la seguente formulazione (combinazione fondamentale):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{K1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{K3} + ..$$

Dove:

G_1 peso proprio di tutti gli elementi strutturali e del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno; forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo).

G_2 peso proprio di tutti gli elementi non strutturali.

P pretensione e precompressione (se presente).

Q_{K1} azione variabile dominante.

Q_{Ki} azioni variabili che possono agire contemporaneamente a quella dominante.

γ_{G1} coefficiente parziale riferito a G_1 .

γ_{G2} coefficiente parziale riferito a G_2 .

γ_P coefficiente parziale riferito a P .

γ_{Qi} coefficiente parziale riferito ai carichi variabili Q_{Ki} .

ψ_{0j} coefficienti di combinazione delle azioni variabili.

STATO LIMITE DI ESERCIZIO (S.L.E.)

Anche per gli stati limite di esercizio occorre verificare che l'azione sollecitante di calcolo S_d sia inferiore alla resistenza ultima di calcolo R_d .

Le azioni sollecitanti di calcolo vanno calcolate secondo le seguenti formulazioni:

combinazione caratteristica (rara)

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} \cdot Q_{K2} + \psi_{03} \cdot Q_{K3} + ..$$

combinazione frequente

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + ..$$

combinazione quasi permanente

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \psi_{23} \cdot Q_{K3} + ..$$

Dove i coefficienti ψ_{ij} rappresentano i coefficienti di combinazione delle azioni variabili.

Coefficienti parziali adottati per le azioni

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti (g_1)	<i>favorevoli</i>	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (g_2)	<i>favorevoli</i>	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	<i>sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili (q)	<i>favorevoli</i>	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	<i>sfavorevoli</i>		1,5	1,5	1,3

Coefficienti di combinazione adottati per le azioni

Azione	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
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

2.6. COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA CON LE ALTRE AZIONI

Nel caso delle costruzioni civili ed industriali le verifiche agli stati limite ultimo o di esercizio devono essere effettuate per la combinazione dell'azione sismica di seguito riportata:

$$G_1 + G_2 + P + E + Q_{K1} + \psi_{21} \cdot Q_{K1} + \psi_{22} \cdot Q_{K2} + \dots$$

Dove E rappresenta l'azione sismica.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli S.L.E. sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da

non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali e orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature;

Gli S.L.U. sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella seguente (Tabella 3.2.1 D.M. 17 Gennaio 2018 – Testi unici):

Stato Limite		P_{VR}
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Nota la probabilità di superamento nel periodo di riferimento considerato è possibile determinare il tempo di ritorno dell'azione sismica tramite la relazione (relazione 3.2.0 del D.M. 17 Gennaio 2018 – Testi unici):

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = - \frac{C_U \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

2.7. ANALISI DEL CARICO NEVE

Per la determinazione del carico neve agente sulla copertura del fabbricato si è fatto riferimento al Capitolo 3.4 “Azioni della Neve” del D.M. 17 Gennaio 2018.

Il carico provocato dalla neve sulla copertura sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot c_e \cdot c_t$$

Dove:

q_s = carico della neve sulla copertura;

q_{sk} = valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m^2];

μ_i = coefficiente di forma della copertura, pari a 0,8 per copertura piana o comunque con $\alpha < 30^\circ$;

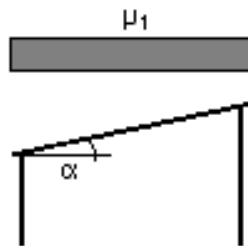
c_e = coefficiente d'esposizione = 1;

c_t = coefficiente termico = 1

Il fabbricato risulta sito ad una quota sul livello del mare pari a circa $a_s = 390m$, la zona di riferimento è la N° I Alpina per cui $q_{sk} \rightarrow$ valore di riferimento del carico neve al suolo, per $a_s > 200m$, vale:

$$q_{sk} = 1,39 \cdot [1 + (a_s/728)^2] = 1,39 \cdot [1 + (390/728)^2] = 192 \text{ daN}/m^2$$

Per coperture a singola falda si considerano le condizioni come da Paragrafo 3.4.3.3 delle NTC2018:



Dato che l'inclinazione della falda è la stessa per entrambe e nelle condizioni più sfavorevoli si ha $\alpha < 30^\circ$, il coefficiente di forma della copertura vale:

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Per cui risulta:

$$q_s = 192 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \approx 154 \text{ daN}/m^2$$

Si considera dunque un carico neve pari a $154 \text{ daN}/m^2$.

3. PRESCRIZIONI SUI MATERIALI

Acciai per armatura di conglomerati

Armatura lenta: B 450 C

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ tensione caratteristica di snervamento

$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ tensione caratteristica di rottura

$f_{yd} = 391,3 \text{ N/mm}^2$ snervamento di progetto

In merito a quanto disposto nel punto 11.3.2.1. *Acciaio per calcestruzzo armato B 450 C* del D.M. 17/01/2018 sugli acciai impiegati in progetto si dichiarano i seguenti limiti dei rapporti:

$$(f_y / f_{y,nom})_k \leq 1,25$$

$$1,15 \leq (f_t / f_y)_k < 1,35$$

dove:

f_y = singolo valore di snervamento

$f_{y,nom}$ = valore nominale di riferimento

f_t = singolo valore della tensione di rottura.

Conglomerato cementizio

Si seguono le indicazioni della UNI 11104 “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.

I requisiti richiesti per le strutture in **ambienti esterni ai fabbricati ed interrati** sono:

resistenza a compressione richiesta:

C 28/35 ($R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$)

$f_{cd} = 15,87 \text{ N/mm}^2$

classe di esposizione ambientale

XC2

classe di consistenza

S4

dimensione massima inerti:

25 mm

copriferro minimo (25 mm + 10 mm):

35 mm

I requisiti richiesti per le strutture in **ambienti interni ai fabbricati e per calcestruzzo alleggerito** sono:

resistenza a compressione richiesta:

C 25/30 ($R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$)

$f_{cd} = 14,16 \text{ N/mm}^2$

classe di esposizione ambientale

XC1

classe di consistenza

S4

dimensione massima inerti:

20 mm

copriferro minimo (20 mm + 10 mm):

30 mm

Inserti metallici e carpenteria metallica leggera

Per i lavori dovranno essere impiegati esclusivamente prodotti in acciaio conformi al D.M. 17/01/2018.

Acciaio laminato a caldo per carpenteria metallica: S 275 JR

Acciaio per inserti metallici e profili pressopiegati: S 275 JR

Viti e dadi della bulloneria strutturale cl. 8.8

Saldature con cordone d'angolo con $z = 0,7 S_{\min}$ con $S_{\min}$ lo spessore minore degli elementi da collegare

Si prevede l'esecuzione di tutte le lavorazioni in conformità con quanto disposto dal D.M. 17/01/2018 e dalle norme in esso richiamate.

Vetro strutturale

I vetri strutturali a pavimento dovranno essere conformi alle normative CNR DT210/2023, UNI 7697, EN 12150, EN 14449, EN 12600, EN 16612 e NTC2018. I requisiti richiesti sono riportati di seguito.

Tipologia vetro	Vetro stratificato di sicurezza extrachiario temprato
Composizione lastre	10 + 10 + 10 mm
Spessore intercalare	PVB 1.52 mm
Numero intercalari	2
Spessore totale vetro stratificato	circa 33.04 mm
Lavorazione bordi	Bordi molati filo lucido
Classe di sicurezza agli urti	1(B)1 secondo EN 12600
Categoria di conseguenza struttura	CC2 secondo NTC 2018
Densità del vetro	2500 kg/m ³
Modulo elastico del vetro	E = 70 GPa
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0.22$
Tensione di progetto vetro temprato	45 MPa
Coefficiente di dilatazione termica	9×10^{-6} 1/K
Classe di conseguenza applicativa	CC2 – rischio medio per persone