
COMUNE DI LUCCA

PROVINCIA DI LUCCA

INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
DELLE SERRE ORTO BOTANICO.
CUP J61E24000200004

≡ PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO- ECONOMICA

Relazione Generale Casermetta

PFTE_1GEN_CSR_RG_SP_010_00

25-016

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	21/04/2026	PRIMA EMISSIONE	004S	001S	001A

COMMITTENTE:
Comune di Lucca
RUP Ing. Stefano Angelini

TEAM DI PROGETTAZIONE
Studio INTRE

Studio INTRE
Tel. 0583 491507
info@studiointre.it
P.IVA 02197070465



INTRE®

INDICE

1 INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO	3
1.1 Obiettivi Del Quadro Esigenziale	3
2 OBIETTIVI DI PROGETTO E REQUISITI PRESTAZIONALI.....	4
2.1 Obiettivi Della Progettazione	4
2.2 Descrizione Delle Caratteristiche Della Soluzione Progettuale	4
2.3 Coerenza Del Processo Progettuale.....	4
3 INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
3.1 Normativa Di Riferimento.....	5
3.2 Parametri Di Progetto.....	5
4 DESCRIZIONE DELL' OPERA ESISTENTE.....	7
4.1 Stato di fatto e scelte progettuali	7
4.2 Stato di consistenza dell'opera.....	7
4.3 Livello di conoscenza e indagini diagnostiche.....	7
4.4 Caratteristiche tipologiche, strutturali e impiantistiche	8
4.5 Motivazioni che hanno condotto alla scelta progettuale.....	8
5 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE	8
5.1 Genesi ed Esplicazione della Scelta Progettuale.....	8
5.2 Aspetti Funzionali e Interrelazioni Tecniche	11
5.3 Considerazioni sulla Fattibilità dell'Intervento.....	11
5.4 Gestione delle Interferenze	12
5.5 Aspetti gestionali, manutentivi e logistici	12
6 CONCLUSIONI.....	13

1 INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI DELL'INTERVENTO

La presente relazione generale illustra il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) relativo all'immobile denominato "Casermetta San Regolo", sito nel Comune di Lucca e ricompreso nel complesso monumentale dell'Orto Botanico.

Il PFTE è redatto a seguito delle risultanze della valutazione di vulnerabilità sismica che ha evidenziato condizioni di sicurezza strutturale non pienamente compatibili con l'uso previsto dell'immobile, rendendo necessario un intervento finalizzato al ripristino di adeguati livelli di sicurezza.

La Casermetta San Regolo è inoltre compresa negli spazi museali del Museo Botanico "Cesare Bicchi", costituendo pertanto un bene di rilevanza storico-culturale e funzionale, per il quale l'intervento assume anche finalità di tutela e conservazione.

La Casermetta San Regolo costituisce un elemento integrante del sistema di fruizione dell'Orto Botanico di Lucca.

La componente museale conserva collezioni non viventi di interesse scientifico, tra cui erbari storici e tematici custoditi nel locale denominato "Erbario", nonché ulteriori raccolte e materiali espositivi e didattici (xiloteca, collezione pomologica, modelli didattici di funghi, strumenti agricoli ottocenteschi), in parte conservati anche all'interno della Casermetta.

Dal punto di vista storico-funzionale, fin dalla fondazione dell'Orto Botanico furono annesse all'istituzione alcune strutture e manufatti della cinta muraria, tra cui il sotterraneo del Baluardo San Regolo, le cannoniere laterali e la Casermetta stessa, destinata originariamente anche ad attività didattiche. Fonti storiche riportano che già nel 1843 la Casermetta risultava destinata a Museo Patrio. Attualmente l'immobile ospita la biglietteria dell'Orto Botanico, con accesso principale per i visitatori dalle Mura Urbane e collegamento al sotterraneo tramite ascensore e scale. La Casermetta è inoltre utilizzata come sala per convegni e aula didattica non permanentemente attrezzata, nonché come spazio oggetto di concessioni temporanee a soggetti esterni. Una porzione del fabbricato (settore nord) risulta separata mediante tamponatura removibile ed è adibita a ufficio, attualmente in uso all'associazione A.Di.P.A. per la durata del rapporto concessorio.

L'immobile è dotato di due servizi igienici speculari rispetto al portone di ingresso, di cui uno accessibile a persone con disabilità, e l'accessibilità avviene tramite portone storico ligneo posto sul lato delle Mura.

Le principali criticità funzionali e gestionali attualmente rilevate sono riconducibili all'uso promiscuo degli spazi (biglietteria, aula didattica, auditorium e concessioni temporanee), nonché alla mancanza di impianto di climatizzazione estiva.

In tale quadro, l'intervento previsto con il presente PFTE è finalizzato a garantire la sicurezza e la piena fruibilità dell'immobile, con l'obiettivo di restituire stabilmente il bene alle funzioni istituzionali dell'Orto Botanico, in coerenza con il ruolo museale e culturale della Casermetta e con le esigenze di tutela del patrimonio storico-architettonico.

1.1 Obiettivi Del Quadro Esigenziale

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica è redatto in coerenza con il Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP), che individua le esigenze funzionali, prestazionali ed economiche dell'intervento, nonché i vincoli tecnico-amministrativi e di tutela cui lo stesso è sottoposto.

In particolare, il progetto recepisce le indicazioni del DIP in ordine alla necessità di intervenire prioritariamente sulla sicurezza strutturale dell'immobile, alla razionalizzazione dell'assetto funzionale degli spazi e alla sistemazione dell'impianto di climatizzazione, quali condizioni indispensabili per garantire la piena restituzione della Casermetta alle funzioni istituzionali dell'Orto Botanico.

La coerenza con il DIP si esplica inoltre nel rispetto dei limiti economici assegnati, nella compatibilità con il quadro normativo vigente e nella definizione di soluzioni tecniche che coniughino miglioramento delle prestazioni, tutela del bene storico e sostenibilità gestionale nel tempo.

Il PFTE costituisce pertanto lo strumento di sintesi tra le esigenze espresse dall'Amministrazione, le risultanze delle verifiche tecniche (in particolare quelle derivanti dalla valutazione di vulnerabilità sismica) e le condizioni di vincolo e contesto in cui l'immobile è inserito, traducendo tali elementi in un quadro organico di obiettivi progettuali e requisiti prestazionali.

2 OBIETTIVI DI PROGETTO E REQUISITI PRESTAZIONALI

2.1 Obiettivi Della Progettazione

La redazione del presente PFTE si rende necessaria a seguito delle risultanze della valutazione di vulnerabilità sismica e delle verifiche strutturali condotte sull'immobile denominato "Casermetta San Regolo", che hanno evidenziato un livello di sicurezza non pienamente compatibile con le condizioni di esercizio e con le funzioni attualmente insediate.

In particolare, le analisi hanno rilevato criticità significative connesse alla capacità portante e al comportamento strutturale di alcuni elementi dell'organismo edilizio, con specifico riferimento agli orizzontamenti e, soprattutto, alla copertura, la cui condizione di degrado e inadeguatezza strutturale determina un rischio non trascurabile per la pubblica incolumità e per la conservazione del bene.

La necessità dell'intervento è inoltre motivata dal fatto che la Casermetta costituisce uno spazio strategico per il sistema di fruizione dell'Orto Botanico e per le funzioni museali del Museo Botanico "Cesare Bicchi", ospitando attività di accoglienza, servizi e spazi a destinazione didattico-culturale. Il permanere delle condizioni di vulnerabilità e delle limitazioni d'uso conseguenti alle verifiche strutturali compromette la piena fruibilità dell'immobile e l'esercizio continuativo delle funzioni istituzionali.

L'intervento risulta pertanto necessario per conseguire un duplice obiettivo: da un lato la riduzione del rischio strutturale e sismico fino a livelli compatibili con l'uso previsto, dall'altro la tutela e valorizzazione di un bene storico-architettonico parte integrante del complesso monumentale delle Mura Urbane e dell'Orto Botanico, assicurandone la continuità d'uso e la restituzione stabile alle funzioni pubbliche di interesse culturale adeguandole alle necessità prestazionali e operative contemporanee. Un obiettivo cardine dell'intervento consiste nella riqualificazione integrata degli ambienti interni, agendo sistematicamente sul rinnovo di quelle componenti architettoniche, materiche e tecnologiche che risultano attualmente vetuste o caratterizzate da ridotte performance tecniche. Tale processo di ammodernamento mira a conferire un nuovo assetto estetico e funzionale agli spazi, garantendo che il decoro degli ambienti e la loro efficienza d'uso siano allineati ai moderni standard di accoglienza, in piena armonia con il valore storico e monumentale della Casermetta.

2.2 Descrizione Delle Caratteristiche Della Soluzione Progettuale

La Casermetta San Regolo, come oggetto di interventi di manutenzione straordinaria, è destinata a diventare un importante punto di riferimento per il Museo dell'Orto Botanico di Lucca, con un focus specifico sulla valorizzazione della biodiversità e delle collezioni scientifiche. La tipologia funzionale del fabbricato è stata progettata per rispondere alle esigenze di un moderno museo, pur mantenendo il rispetto per il patrimonio storico e architettonico dell'edificio.

La struttura della Casermetta si sviluppa su due livelli: un piano terra e un piano seminterrato parzialmente interrato sotto le mura urbane. Il piano terra presenta una pianta rettangolare e ospita principalmente gli spazi di gestione amministrativa e operativa. L'edificio mantiene la sua tipologia originaria, con travi in legno e capriate, che verranno sostituite per garantire la sicurezza statica e sismica.

L'aspetto esterno del fabbricato non subirà modifiche significative: le facciate storiche saranno mantenute con il suo caratteristico aspetto architettonico con l'aggiunta dei soli capochiave a paletto delle catene di contrasto. Le modifiche riguarderanno principalmente gli spazi interni, dove verranno adattati alcuni ambienti per l'utilizzo moderno, ma senza alterarne la struttura originale dell'edificio.

2.3 Coerenza Del Processo Progettuale

In coerenza con il Quadro Esigenziale dell'Amministrazione e con le risultanze della valutazione di vulnerabilità sismica, il presente PFTE persegue i seguenti obiettivi generali:

- innalzare i livelli di sicurezza strutturale e sismica dell'immobile, rendendoli compatibili con le funzioni pubbliche e con l'affollamento associato agli usi previsti;
- garantire la tutela e conservazione del bene storico-architettonico, parte integrante del complesso monumentale delle Mura Urbane e dell'Orto Botanico;
- ripristinare la piena fruibilità e continuità d'uso degli spazi destinati ad accoglienza, attività museali e iniziative didattico-culturali, riducendo limitazioni e criticità gestionali.

Gli obiettivi specifici dell'intervento sono pertanto definiti come segue:

- risoluzione delle principali vulnerabilità e criticità strutturali individuate dalle analisi, con particolare riferimento agli elementi maggiormente sollecitati e/o degradati (orizzontamenti e copertura);
- definizione di un assetto funzionale più coerente e gestibile, riducendo le interferenze dovute all'uso promiscuo attuale e favorendo una destinazione stabile alle funzioni istituzionali dell'Orto Botanico;
- miglioramento delle condizioni di comfort e qualità ambientale degli spazi aperti al pubblico e al personale, mediante sistemazione/adeguamento dell'impianto di climatizzazione, compatibilmente con i vincoli storico-architettonici e con le esigenze conservative;
- consolidamento del ruolo della Casermetta quale spazio di servizio e di rappresentanza del sistema museale (biglietteria, attività didattiche, eventi e iniziative culturali), assicurando standard minimi di funzionalità, accessibilità e sicurezza.

L'insieme di tali obiettivi è finalizzato a restituire stabilmente il bene all'Orto Botanico, garantendo sicurezza, continuità d'esercizio e adeguate condizioni impiantistiche e fruibili.

3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

3.1 Normativa Di Riferimento

- D.Lgs. 31 marzo 2023, n. 36 – Codice dei contratti pubblici e s.m.i.
- Allegato I.7 al D.Lgs. 36/2023 – Contenuti della progettazione (PFTE) e s.m.i.
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380 – Testo Unico dell'Edilizia e s.m.i.
- L.R. Toscana 10 novembre 2014, n. 65 – Norme per il governo del territorio e s.m.i.
- D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 – Codice dei beni culturali e del paesaggio e s.m.i.
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (cantieri) e s.m.i.
- D.M. 17 gennaio 2018 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni applicative alle NTC 2018.
- D.M. 23 giugno 2022 – Criteri Ambientali Minimi (CAM) per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per edilizia (GPP) e s.m.i.
- D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche per accessibilità, adattabilità e visitabilità degli edifici.
- D.P.R. 24 luglio 1996, n. 503 – Eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici.
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 – Prevenzione incendi (procedimenti) e s.m.i.
- D.M. 3 agosto 2015 – Codice di prevenzione incendi e s.m.i. (ove applicabile).

3.2 Parametri Di Progetto

I requisiti prestazionali tecnici dell'intervento sono definiti in funzione degli obiettivi generali e specifici del PFTE, delle prescrizioni normative e dei criteri di sostenibilità applicabili. Tali requisiti costituiscono i vincoli prestazionali assunti dal progetto e sono recepiti nelle soluzioni progettuali sviluppate.

L'intervento garantisce livelli prestazionali coerenti con la destinazione d'uso pubblica dell'immobile, con il suo valore storico-architettonico e con le prescrizioni normative vigenti.

In particolare, il progetto persegue i seguenti livelli di prestazione:

- Sicurezza strutturale e sismica. L'intervento incrementa in modo significativo i livelli di sicurezza strutturale e sismica della Casermetta, superando le criticità emerse dalla valutazione di vulnerabilità sismica e dalle verifiche effettuate. Il livello prestazionale conseguito è coerente con la destinazione d'uso e con la presenza di pubblico, secondo i criteri applicabili alle costruzioni esistenti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018). Tale prestazione consente la rimozione delle limitazioni d'uso motivate da condizioni di rischio.
- Sicurezza d'esercizio e tutela dell'utenza. Gli interventi garantiscono condizioni di utilizzo sicure per visitatori e operatori, tenendo conto delle modalità di fruizione dell'immobile e degli

affollamenti connessi a biglietteria, attività didattiche e iniziative culturali. Il livello prestazionale assicura la continuità d'esercizio in condizioni ordinarie e la gestione delle situazioni eccezionali, mantenendo e migliorando l'accessibilità e la fruibilità degli spazi, inclusa la piena fruizione da parte di persone con disabilità. In relazione alle attività previste e ai requisiti di sicurezza antincendio applicabili, gli elementi lignei strutturali del solaio di piano e della copertura sono trattati con vernici intumescenti, al fine di ritardare il processo di carbonizzazione del legno e contribuire al raggiungimento del requisito di resistenza al fuoco previsto per le specifiche condizioni d'uso.

- Conservazione e compatibilità con il bene vincolato. Considerata la valenza storico-architettonica dell'immobile e il contesto monumentale di appartenenza, il progetto adotta soluzioni compatibili con le esigenze di tutela, limita l'impatto sugli elementi di pregio e privilegia, ove tecnicamente possibile, criteri di minimo intervento e reversibilità.
- Funzionalità e flessibilità d'uso. L'intervento restituisce spazi pienamente funzionali alle attività istituzionali dell'Orto Botanico, con una configurazione coerente con l'uso museale e di accoglienza e, al contempo, sufficientemente flessibile per attività didattiche, convegnistiche ed eventi.

Il raggiungimento delle prestazioni di sicurezza strutturale e sismica è verificato mediante le verifiche previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per edifici esistenti, con riferimento agli Stati Limite applicabili. Il criterio di prestazione sarà costituito dalla dimostrazione, tramite calcolo e relazione tecnica, del superamento delle condizioni di criticità rilevate nella valutazione di vulnerabilità sismica e del conseguimento di un livello di sicurezza compatibile con l'uso previsto, eliminando la necessità di limitazioni gestionali o interdizioni. Per un maggior approfondimento si rimanda alla relazione specialistica strutturale.

La prestazione relativa alla sicurezza in esercizio è verificata attraverso la compatibilità tra configurazione funzionale degli spazi, affollamenti attesi e requisiti di accessibilità. In particolare, i criteri di verifica riguarderanno la corretta fruizione degli ambienti aperti al pubblico, la continuità dei percorsi accessibili e la funzionalità degli accessi (incluso l'uso di ascensore e scale), nonché l'assenza di interferenze o criticità connesse alle modalità di utilizzo della Casermetta come biglietteria, aula didattica e spazio per eventi.

Il raggiungimento delle prestazioni dell'impianto di climatizzazione è verificato in esercizio mediante il controllo delle condizioni termo-igrometriche interne, con particolare attenzione agli ambienti destinati alla permanenza prolungata di pubblico e operatori. I criteri di prestazione sono rappresentati dalla capacità del sistema di garantire condizioni ambientali stabili e adeguate nelle stagioni critiche, nonché dalla sostenibilità dei consumi e dalla manutenibilità delle soluzioni adottate, compatibilmente con i vincoli storico-architettonici.

La prestazione legata alla conservazione è verificata mediante la coerenza delle soluzioni progettuali con i principi di tutela del bene storico e con le prescrizioni degli enti competenti, con particolare riferimento alla minimizzazione delle alterazioni e all'inserimento compatibile degli elementi impiantistici e strutturali. Il criterio di prestazione è costituito dalla capacità dell'intervento di migliorare sicurezza e funzionalità senza compromettere le caratteristiche materiche e formali dell'immobile.

Al fine di perseguire l'efficienza energetica e la sostenibilità ambientale lungo il ciclo di vita dell'opera, il progetto dovrà altresì soddisfare i Criteri Ambientali Minimi (CAM - Criteri Ambientali Minimi per l'edilizia), che costituiscono requisiti obbligatori per l'affidamento dei servizi di progettazione e dei lavori di costruzione. I CAM richiedono l'adozione di soluzioni progettuali e la selezione di materiali e prodotti che minimizzino l'impatto ambientale, favoriscano l'efficienza delle risorse, la durabilità e la facilità di manutenzione, e riducano consumi energetici, emissioni e rifiuti lungo l'intero ciclo di vita dell'opera.

Inoltre, sarà necessario adottare criteri prestazionali per la compatibilità con il contesto storico-architettonico, prevedendo soluzioni che rispettino i vincoli derivanti dal Codice dei beni culturali e del paesaggio e dalle prescrizioni degli enti competenti, limitando interferenze non compatibili con gli elementi di pregio dell'immobile.

Infine, i requisiti tecnici dovranno includere elementi di manutenibilità e gestione nel tempo, affinché le prestazioni conseguite non siano tali solo in fase di collaudo, ma possano essere mantenute efficacemente durante l'esercizio ordinario, con impianti e componenti accessibili e verificabili sotto il profilo funzionale e ambientale.

In relazione agli aspetti ambientali e di sostenibilità dell'intervento, il progetto tiene conto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) applicabili agli interventi edilizi pubblici, con particolare riferimento alla durabilità delle soluzioni progettuali, alla manutenibilità delle opere, alla gestione dei materiali rimossi, alla riduzione degli impatti in fase di cantiere e alla compatibilità degli interventi con il contesto storico, paesaggistico e ambientale dell'Orto Botanico. La verifica puntuale dei requisiti CAM, delle modalità di applicazione e delle relative evidenze documentali è sviluppata nell'apposita relazione specialistica, alla quale si rimanda integralmente.

4 DESCRIZIONE DELL' OPERA ESISTENTE

4.1 Stato di fatto e scelte progettuali

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) riguarda gli interventi di consolidamento strutturale e miglioramento sismico della Casermetta San Regolo, inserita nel complesso dell'Orto Botanico di Lucca. L'edificio, edificato all'interno del baluardo omonimo nei primi anni del XVII secolo, presenta marcate criticità strutturali. L'analisi storica degli eventi pregressi evidenzia che la struttura ha subito i danni di una tromba d'aria nel giugno 2014, la quale ha causato la caduta di un albero sul tetto e ha reso necessario un intervento di rifacimento parziale e consolidamento nel 2015.

Lo stato di conservazione dell'edificio evidenzia diverse problematiche, soprattutto in relazione alla copertura e ai solai, che necessitano di interventi strutturali significativi. Il solaio di piano, pur non presentando cedimenti evidenti, non soddisfa i requisiti di resistenza richiesti dalle normative vigenti per i sovraccarichi previsti. Le travi lignee della copertura, nonostante l'intervento di irrobustimento realizzato precedentemente, mostrano segni di degrado e non sono più in grado di garantire la sicurezza sismica necessaria, rendendo urgente un intervento di rifacimento completo della stessa. Inoltre, la struttura muraria, pur risultando generalmente in buono stato, necessita di rinforzi per contrastare i meccanismi di ribaltamento e per garantire una distribuzione più uniforme delle sollecitazioni sismiche.

Le scelte progettuali per gli interventi di manutenzione straordinaria sono state orientate a garantire il massimo rispetto per le caratteristiche storiche e architettoniche dell'edificio, con un approccio che prevede il rinforzo locale delle murature e il rifacimento della copertura, cercando di minimizzare l'invasività degli interventi. L'intento è preservare il valore storico del fabbricato e al contempo migliorarne le performance strutturali, soprattutto in relazione alle sollecitazioni sismiche.

4.2 Stato di consistenza dell'opera

L'edificio si sviluppa su due livelli: un piano terra con pianta rettangolare e un'area seminterrata, parzialmente interrata sotto le mura urbane. In particolare, una porzione del seminterrato ospita canali di passaggio che si estendono al di sotto della passeggiata delle mura urbane, collegando spiazzi di ingresso che fanno parte di un sistema di passaggi sotterranei. Questi passaggi, che costituiscono un importante collegamento tra l'esterno e l'interno della città, permettono l'accesso alla struttura da diverse direzioni, sia per scopi logistici che funzionali.

Le pareti risultano in muratura mista di laterizio pieno e pietrame, con spessori di circa 55 cm al piano terra (ridotti a 30 cm sul fronte mura) e 95 cm al piano interrato. Le verifiche statiche globali delle murature risultano soddisfatte. È presente un vano scala interno con ascensore di recente realizzazione, i cui lavori strutturali sono stati depositati nel 2017. A seguito di specifici sopralluoghi effettuati, si rileva la presenza di una rampa di scale interna in buono stato conservativo.

Il solaio del piano primo è costituito da un'orditura in legno rinforzata con soletta collaborante in calcestruzzo armato. Le analisi analitiche evidenziano che tale solaio non risulta del tutto idoneo a sostenere i sovraccarichi previsti per l'attuale destinazione d'uso.

La copertura si presenta ad oggi con elementi lignei non omogenei e di evidente riutilizzo, parte dei quali versa in condizioni strutturali precarie. In sede di specifici sopralluoghi, si è riscontrata la necessità di porre in opera estesi puntellamenti provvisori a sostegno degli appoggi delle capriate lignee principali, in corrispondenza dei quali si rilevano fessurazioni localizzate della muratura. Sono altresì presenti interventi pregressi di rinforzo metallico su alcune capriate ammalorate.

4.3 Livello di conoscenza e indagini diagnostiche

La campagna di indagini ha consentito il raggiungimento di un Livello di Conoscenza LC2, cui corrisponde un Fattore di Confidenza (FC) pari a 1.20. Le attività diagnostiche hanno compreso:

- Rilievi geometrici eseguiti con strumentazione laser scanner;
- Indagini endoscopiche sulle murature e prove sclerometriche sulle malte che hanno restituito resistenze a compressione medie inferiori a 1.4 N/mm² (malta con resistenza modesta);
- Caratterizzazione meccanica delle essenze lignee tramite prove in situ. I risultati hanno classificato il legno di abete dei solai in classe C24, mentre le travi in castagno delle capriate principali e dell'orditura secondaria della copertura hanno evidenziato resistenze severamente deficitarie, ampiamente inferiori alla classe minima D18, associate a un diffuso degrado da insetti xilofagi, comunemente riconducibile ad attacco da tarli, tale da comprometterne l'idoneità alla funzione strutturale.

4.4 Caratteristiche tipologiche, strutturali e impiantistiche

Sotto il profilo della risposta sismica, le pareti in muratura tendono ad innescare cinematismi locali fragili di ribaltamento, principalmente a causa dell'assenza di cordoli o catene di trattenuta in testa. Una porzione della copertura lignea risulta inoltre spingente in corrispondenza degli angoli delle murature. A seguito di specifici sopralluoghi volti al rilievo delle interferenze, è stata rilevata la presenza di un impianto di illuminazione ancorato direttamente all'intradosso della copertura lignea, la cui rimozione e messa in sicurezza si renderà necessaria prima dell'avvio delle lavorazioni.

4.5 Motivazioni che hanno condotto alla scelta progettuale

La necessità dell'intervento deriva dal mancato soddisfacimento delle verifiche statiche della copertura, che presenta condizioni di marcato degrado materico e prestazionale. Tale componente risulta l'elemento maggiormente vulnerabile dell'organismo edilizio e, in ragione dell'incompatibilità con le attuali condizioni d'uso, necessita di integrale sostituzione.

L'analisi cinematica sismica locale ha inoltre restituito un grado di sicurezza pari a $\zeta E = 0,25$ allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), evidenziando la necessità di interventi finalizzati al contenimento dei cinematismi di ribaltamento fuori piano. In tale quadro si rendono necessari l'inserimento del cordolo di piano in corrispondenza della copertura, la posa di catene atte all'annullamento delle spinte della copertura e la realizzazione di collegamenti d'angolo per le porzioni murarie non ammortate sul fronte delle Mura Urbane.

Dalla valutazione di vulnerabilità sismica emerge inoltre che il livello di sicurezza sismica complessivo dell'organismo strutturale deve essere letto tenendo conto delle preliminari carenze statiche degli orizzontamenti. In particolare, pur essendo stata eseguita la valutazione sismica del fabbricato, risulta prioritario intervenire sulle carenze statiche dei solai, che allo stato attuale non risultano pienamente verificati. Solo a seguito dell'intervento di ristrutturazione degli orizzontamenti è possibile considerare pienamente rappresentativo il livello di sicurezza sismica complessivo dell'edificio. L'analisi globale statica evidenzia infatti che le murature portanti risultano idonee e già in grado di soddisfare i requisiti richiesti, una volta risolte le criticità statiche degli orizzontamenti.

Per quanto riguarda il comportamento fondale e l'eventuale presenza di cedimenti, non si rilevano quadri fessurativi o fenomeni deformativi riconducibili a dissesti delle fondazioni o a cedimenti differenziali in atto. Pertanto, allo stato delle evidenze disponibili, non si ritengono necessari ulteriori approfondimenti geotecnici, interventi di ripristino fondale o opere specifiche di consolidamento delle fondazioni.

5 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE

5.1 Genesi ed Esplicazione della Scelta Progettuale

Il Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) definisce un programma organico di interventi strutturali, architettonici e impiantistici finalizzati alla risoluzione delle criticità statiche e cinematiche emerse, con l'obiettivo di ricondurre il fabbricato a condizioni di sicurezza coerenti con il Capitolo 8 delle NTC 2018, nel pieno rispetto del carattere storico e materico dell'organismo edilizio.

Parallelamente, il progetto architettonico e funzionale integra l'adeguamento dell'accessibilità dei servizi tramite sistemi per la riconfigurazione degli spazi di front-office (bookshop e biglietteria), supportata da un nuovo sistema illuminotecnico flessibile su binari. Completano l'intervento la riqualificazione del sistema di climatizzazione mediante terminali ad espansione ad alta efficienza mimetizzati in carter lignei e l'installazione di unità esterne integrate nel contesto monumentale.

Il quadro delle opere strutturali prevede la sostituzione integrale della copertura e il consolidamento del solaio intermedio, supportati da cordoli sommitali, catene e ammorsamenti murari localizzati.

Le analisi condotte hanno evidenziato che le murature portanti presentano, nel complesso, un comportamento statico adeguato, mentre le principali carenze riguardano gli orizzontamenti lignei, la copertura e i meccanismi locali di ribaltamento fuori piano delle murature. In particolare, l'analisi sismica locale ha restituito un grado di sicurezza pari a $\zeta_E = 0,25$ allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), evidenziando la necessità di interventi mirati al contenimento dei cinematismi locali e al miglioramento del comportamento scatolare dell'edificio. La relazione di vulnerabilità evidenzia inoltre che la copertura costituisce l'elemento maggiormente critico, per degrado, rimaneggiamenti, puntellamenti e carenze prestazionali degli elementi principali.

Le opere principali previste si sostanziano in:

- Sostituzione della copertura: rifacimento integrale della copertura con realizzazione di una nuova struttura simile, per forma, geometria e schema statico, a quella attualmente in opera. Gli elementi lignei della nuova copertura saranno sottoposti a trattamento protettivo con vernici intumescenti, finalizzato a ritardare la carbonizzazione del legno e a garantire il requisito di resistenza al fuoco richiesto in funzione delle attività previste nell'immobile.
- Rinforzo del solaio di piano: adeguamento del solaio intermedio mediante inserimento all'intradosso di profili metallici di rompitratta. Le strutture lignee del solaio saranno inoltre trattate con vernici intumescenti, al fine di incrementare la protezione al fuoco degli elementi lignei mediante ritardo della carbonizzazione, in coerenza con il requisito di resistenza al fuoco connesso alle destinazioni d'uso previste.
- Annullamento delle spinte e dei cinematismi locali: inserimento di cordoli in sommità alle murature e di catene con capochiave, al fine di contrastare le spinte della copertura e i cinematismi di ribaltamento fuori piano.
- Ammorsamento localizzato: intervento di collegamento dei cantonali delle pareti del piano terra prospicienti le Mura Urbane, mediante inghisaggio di barre metalliche incrociate.

La scelta di realizzare un cordolo sommitale in calcestruzzo armato risulta coerente con le caratteristiche costruttive del fabbricato e con la natura delle murature esistenti. Le indagini endoscopiche e i rilievi strumentali hanno infatti evidenziato una muratura mista in pietrame e laterizio pieno, con spessori significativi, pari a circa 55 cm al piano terra e fino a circa 95 cm al piano interrato, salvo la porzione sul fronte Mura caratterizzata da spessore ridotto; la muratura presenta inoltre paramenti generalmente collaboranti e assenza di vuoti significativi, pur con criticità localizzate di ammorsamento sul fronte Mura. In tale contesto, l'impiego di un cordolo in c.a. appare preferibile rispetto a soluzioni più leggere o puntuali, in quanto compatibile con la massa e la natura muraria dell'edificio. Le murature esistenti, costituite prevalentemente da pietrame con limitata presenza di laterizio, presentano infatti una tessitura irregolare e non organizzata secondo ricorsi orizzontali continui, come avverrebbe in una muratura omogenea di laterizio. Il cordolo in c.a. consente quindi di realizzare un elemento continuo di ripartizione e collegamento, capace di solidarizzare efficacemente la sommità muraria, inglobando e regolarizzando le discontinuità della muratura esistente e garantendo un migliore "ingranamento" con gli elementi lapidei irregolari.

La soluzione proposta permette inoltre di conseguire un collegamento più efficace tra murature, nuova copertura e elementi lignei di gronda. La gronda esistente costituisce infatti un elemento caratteristico del manufatto, formato da componenti lignei di dimensioni non standard e da un doppio ordine di travicelli sovrapposti e sagomati. Per tale ragione il progetto prevede il mantenimento della gronda, evitando la demolizione degli elementi di maggiore valore tipologico e figurativo. Durante le lavorazioni la gronda sarà temporaneamente sostenuta e conservata, mentre la restante parte della copertura sarà rimossa. I travicelli lignei che penetrano nella muratura saranno quindi rilegati e inglobati nel nuovo cordolo armato in c.a., garantendo continuità di collegamento tra apparato murario, bordo di copertura e nuova struttura lignea.

La sostituzione integrale della copertura risulta giustificata dagli esiti della caratterizzazione meccanica e dallo stato conservativo degli elementi lignei esistenti. Le prove in situ sulle essenze lignee, condotte secondo i criteri CNR-DT 206/2007 e UNI EN 408, hanno evidenziato una qualità molto bassa soprattutto per le travature in castagno della copertura. Le capriate principali in castagno presentano valori ampiamente inferiori alla classe minima D18 della UNI EN 338; in particolare, la capriata centrale è stata classificata come strutturalmente carente, mentre la capriata esterna ha mostrato prestazioni ancora più ridotte, con resistenze e rigidità nettamente inferiori alla classe D18. A tali carenze meccaniche si sommano condizioni di degrado diffuso, riconducibili anche ad

attacco da insetti xilofagi, comunemente indicato come attacco da tarli, oltre alla presenza di elementi rimaneggiati, riutilizzati o già oggetto di interventi parziali nel tempo. La copertura si presenta pertanto come un insieme non omogeneo di componenti lignei, con sezioni non sempre idonee, appoggi compromessi, rinforzi stratificati e puntellamenti localizzati. La relazione di vulnerabilità documenta infatti elementi lignei di evidente riutilizzo, interventi di rinforzo su capriate collassate o parzialmente compromesse, puntellamenti degli appoggi e fessurazioni localizzate delle murature in corrispondenza delle zone di appoggio. Alla luce di tali evidenze, il recupero puntuale degli elementi lignei principali della copertura non risulta tecnicamente conveniente né sufficiente a garantire un livello di sicurezza adeguato e omogeneo. La sostituzione integrale consente invece di eliminare le carenze statiche, ridurre le incertezze legate alla stratificazione degli interventi precedenti, ripristinare uno schema statico chiaro e controllabile e garantire la corretta connessione della nuova copertura alle murature perimetrali mediante cordolo, catene e dispositivi di collegamento.

L'intervento mantiene comunque un criterio di compatibilità architettonica, prevedendo una nuova copertura simile a quella esistente per configurazione geometrica, schema statico e immagine complessiva, ma realizzata con elementi lignei nuovi e prestazionalmente controllati. Tali elementi saranno sottoposti a trattamento protettivo con vernici intumescenti, così da ritardare la carbonizzazione del legno in caso di incendio e contribuire al soddisfacimento del requisito di resistenza al fuoco previsto in funzione delle attività insediate. In questo modo si coniuga l'esigenza di conservare la leggibilità tipologica del manufatto con la necessità, non differibile, di risolvere la vulnerabilità statica della copertura e i meccanismi locali di instabilità delle murature, integrando anche le prestazioni di sicurezza antincendio richieste per l'esercizio dell'immobile.

Completano il quadro progettuale il rinforzo del solaio intermedio mediante profili metallici di rompitratta, finalizzato ad aumentare la capacità portante dell'orizzontamento senza alterarne in modo invasivo la configurazione esistente, e l'ammorsamento localizzato delle murature sul fronte delle Mura Urbane, necessario per migliorare la continuità tra pareti ortogonali e contrastare le vulnerabilità locali rilevate.

A seguito degli interventi previsti, le carenze statiche degli orizzontamenti vengono risolte mediante il rinforzo del solaio di piano e la sostituzione integrale della copertura, mentre i cinatismi locali di ribaltamento vengono contrastati attraverso l'inserimento del cordolo sommitale, delle catene e dei collegamenti d'angolo. L'intervento consente pertanto di superare le principali criticità rilevate nella condizione ante operam e di conseguire un significativo incremento del livello di sicurezza sismica.

In particolare, il livello di sicurezza espresso mediante il parametro ζ_E , inteso come rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile dalla struttura e l'azione sismica massima di riferimento per una nuova costruzione, risulta incrementato fino a $\zeta_E = 1,097$. Tale incremento è superiore al valore minimo di 0,10 richiesto per gli interventi di miglioramento sismico ai sensi del §8.4.2 del D.M. 17/01/2018, confermando l'efficacia della soluzione progettuale proposta.

La soluzione progettuale proposta si configura pertanto come un intervento mirato e proporzionato, fondato sugli esiti delle indagini conoscitive e delle verifiche strutturali: sostituisce integralmente la sola componente non recuperabile in condizioni di sicurezza, cioè la copertura, e interviene puntualmente sulle murature e sul solaio per migliorare il comportamento d'insieme del fabbricato, senza introdurre trasformazioni generalizzate o non necessarie.

Sotto il profilo architettonico l'intervento mira all'ottimizzazione della fruibilità universale, con particolare attenzione alla redistribuzione degli spazi di servizio. Il progetto prevede la sostituzione dell'attuale porta a battente del servizio igienico accessibile situato al primo piano, che apre verso la via d'esodo. La nuova chiusura, funzionale al corretto utilizzo della via d'esodo, è realizzata mediante un sistema di scorrimento a scomparsa interno alla muratura, al fine di massimizzare lo spazio utile di manovra e migliorare l'ergonomia d'uso. Tale modifica comporta il rifacimento della partizione muraria interessata, con la creazione di un oggetto planimetrico verso l'ambiente adiacente per consentire l'inserimento del sistema a scomparsa. Al fine di garantire la simmetria compositiva e l'equilibrio formale dei volumi, la medesima soluzione architettonica è replicata specularmente sul vano frontale, uniformando il linguaggio distributivo del piano. Sotto il profilo estetico e dell'allestimento interno, tali oggetti volumetrici sono integrati e mimetizzati attraverso una nuova configurazione degli arredi. Nello specifico, la progettazione d'interni prevede una riforma organica degli spazi destinati al bookshop e alla biglietteria, i quali inglobano le nuove porzioni murarie garantendo la continuità materica e formale con il contesto monumentale.

La strategia illuminotecnica è improntata alla massima flessibilità funzionale, necessaria per assecondare la natura polivalente della Casermetta (didattica, eventi, accoglienza). Il sistema principale è costituito da binari sospesi, ancorati all'intradosso dei travicelli della copertura mediante cavi di sospensione. Questa soluzione conferisce un effetto di sospensione leggera e consente il posizionamento dinamico di faretti orientabili, capaci di generare diversi scenari luminosi in relazione alle specifiche attività previste. Per le aree caratterizzate da vincoli dimensionali, come la zona a ridosso del vano ascensore, il progetto prevede apparecchi puntiformi integrati. A completamento del sistema, l'architettura della copertura è valorizzata mediante faretti d'accento posizionati tra le aperture finestrate, dotati di ottiche dedicate per il puntamento luminoso verso l'intradosso del tetto, enfatizzando così la spazialità e la storicità delle strutture lignee e dell'intero ambiente.

Il progetto prevede l'efficientamento del sistema di climatizzazione mediante l'adozione di un impianto ad espansione diretta ad alta efficienza, concepito per integrare le necessità tecnologiche con il valore storico e monumentale del fabbricato. Per le unità interne, è previsto l'impiego di terminali ad ingombro ridotto, installati negli sguanci sotto finestra in sostituzione degli apparecchi preesistenti, con l'aggiunta di due unità esterne nella zona del fronte nord. Al fine di garantire la coerenza estetica degli ambienti, i terminali saranno inseriti all'interno di appositi carter lignei su misura, completi di griglie di ventilazione con lamelle direzionabili per l'ottimizzazione dei flussi d'aria.

Data la natura monumentale del fabbricato e la necessità di operare con la massima cautela rispetto alle preesistenze, la strategia di allacciamento delle unità seguirà criteri di flessibilità e minima invasività. In fase esecutiva, laddove le condizioni tecniche e la mappatura degli impianti esistenti lo consentano, si privilegerà il riutilizzo dei condotti preesistenti. Qualora la distribuzione attuale risultasse non intercettabile, tecnicamente inidonea o eccessivamente degradata, si opterà per soluzioni alternative che prevedano la posa di nuove linee sottotraccia. Tali condutture saranno convogliate, a seconda delle contingenze di cantiere, verso i discendenti pluviali esterni o, con pompe, verso le linee di gronda in prossimità, mediante tracce puntuali della muratura eseguite in modo da garantire la perfetta sigillatura degli innesti e la totale salvaguardia dei paramenti esterni.

L'unità esterna sarà installata in posizione adiacente al locale tecnico su un idoneo basamento atto a garantire la stabilità del carico e l'attenuazione delle vibrazioni. Il posizionamento rispetterà i franchi minimi necessari per il corretto scambio termico e l'accessibilità per le manutenzioni. La mitigazione visiva dell'unità sarà affidata a una schermatura vegetale in essenze a siepe, coerente con il contesto dell'Orto Botanico e configurata in modo da non interferire con i volumi di ricircolo d'aria necessari al funzionamento termodinamico della macchina.

In armonia con le strutture lignee esistenti, i collegamenti elettrici di alimentazione saranno realizzati tramite un impianto a vista con cavi trecce in tessuto e isolatori in ceramica, adottando un linguaggio estetico filologico che garantisce la totale reversibilità dell'intervento.

5.2 Aspetti Funzionali e Interrelazioni Tecniche

Le soluzioni strutturali proposte garantiranno la ridistribuzione delle sollecitazioni orizzontali in caso di evento sismico, mitigando le concentrazioni di domanda senza introdurre irrigidimenti localizzati non governati. Il completo rifacimento della copertura consentirà contestualmente di annullare le spinte non contrastate attualmente agenti sui vertici della scatola muraria.

5.3 Considerazioni sulla Fattibilità dell'Intervento

La fattibilità tecnico-economica dell'intervento di manutenzione straordinaria della Casermetta San Regolo è stata valutata attraverso un approccio multidisciplinare, tenendo conto delle peculiarità storico-architettoniche del manufatto e del delicato contesto ambientale dell'Orto Botanico in cui è inserito.

L'opera è soggetta a vincolo storico-monumentale in quanto bene di pregio, come attestato dalla Relazione Storica di Vincolo (protocollata SR-TOS 14/03/2022 CO.RE.PA.CU. DECRETO 45). La Casermetta si colloca all'interno del Baluardo San Regolo, struttura difensiva risalente ai primi anni del XVII secolo, ed è integrata nell'Orto Botanico di Lucca, la cui fondazione risale al 1820. Gli interventi strutturali progettati tengono pienamente conto di tale vincolo.

L'intervento risulta pienamente compatibile con il contesto territoriale e monumentale. Le scelte progettuali sono guidate dal principio di "minima invasività", prediligendo soluzioni compatibili con le funzioni del fabbricato e le necessità di manutenzione. La sostituzione della copertura avverrà mantenendo lo schema statico e le forme architettoniche originarie. Il consolidamento sismico (inserimento di catene con capochiave e profili metallici) è studiato per operare in modo puntuale e coerente con la tipologia costruttiva, garantendo il comportamento scatolare dell'edificio senza introdurre rigidità estranee alla logica strutturale del bene. Le strutture lignee del solaio di piano e della copertura saranno trattate con vernici intumescenti, soluzione compatibile con la conservazione della leggibilità materica degli elementi lignei e finalizzata al miglioramento della resistenza al fuoco mediante ritardo della carbonizzazione del legno.

5.4 Gestione delle Interferenze

La gestione delle interferenze è un aspetto cardine della fattibilità operativa, data la collocazione del fabbricato in un'area ad alta frequentazione pubblica. Sulla base delle preliminari considerazioni di vulnerabilità sismica che hanno evidenziato un elevato rischio strutturale, l'edificio è stato preventivamente evacuato e messo in sicurezza mediante l'installazione di estesi puntellamenti provvisori. Tali presidi sono coordinati con le fasi di smontaggio e rimontaggio delle strutture lignee. A livello operativo, la lavorazione della copertura prevede la gestione specifica dei travicelli di gronda: trattandosi di elementi storici e decorati, essi andranno preservati con metodologie atte a garantirne l'integrità.

Durante la fase esecutiva è gestita l'interferenza strutturale con le opere interne preesistenti, in particolare con il vano ascensore. Il progetto strutturale prevede infatti specifici dettagli di collegamento e raccordo alla struttura metallica dell'ascensore.

L'interferenza maggiore è costituita dalla compresenza di aree destinate a pubblici servizi, in particolare il transito dei visitatori dell'Orto Botanico e l'uso delle aree pubbliche sulle Mura Urbane. Per gestire tale criticità:

- Protezione dell'area: La ponteggiatura creerà un diaframma isolante intorno alla Casermetta, impedendo la proiezione di detriti e riducendo l'impatto visivo e acustico.
- Approvvigionamento e manovre: Durante le fasi critiche (es. sostituzione delle capriate), saranno individuate e delimitate aree esterne dedicate alle manovre di carico/scarico. Tali zone saranno opportunamente segnalate e ne sarà tassativamente interdetto l'accesso a terzi durante l'attività.
- Gestione Mezzi: L'impiego della gru sarà regolato da una programmazione rigorosa per ottimizzare i tempi di stazionamento e minimizzare il disturbo ai servizi pubblici e al percorso di visita.

5.5 Aspetti gestionali, manutentivi e logistici

Il progetto di consolidamento strutturale della Casermetta San Regolo prevede una gestione logistica improntata all'efficienza, con particolare attenzione alla minimizzazione dell'impatto ambientale e al rispetto delle normative di sicurezza. Durante le fasi di lavoro, la logistica è organizzata in modo da ottimizzare i trasporti dei materiali necessari per gli interventi di consolidamento strutturale e rinforzo, con una pianificazione dettagliata delle forniture. Il progetto prevede l'utilizzo di mezzi a basse emissioni per il trasporto dei materiali e delle attrezzature da e verso il cantiere, al fine di ridurre al minimo l'impronta ecologica, come previsto dalle migliori pratiche internazionali di sostenibilità.

I materiali da costruzione (come il cemento, i rinforzi in acciaio e le travi lignee) sono movimentati con modalità appropriate, riducendo i tempi di sosta e ottimizzando i flussi di traffico, in modo da garantire l'accesso continuo all'area del cantiere senza compromettere la sicurezza delle aree circostanti, in particolare il Giardino Botanico. L'uso di tecnologie di gestione avanzata, come il monitoraggio in tempo reale delle forniture e dei flussi operativi, permetterà di ridurre i tempi di lavoro e ottimizzare l'uso delle risorse. La fase di dismissione del cantiere avviene con attenzione al rispetto dell'ambiente circostante e al recupero dei materiali. Al termine dei lavori di consolidamento strutturale, i materiali di risulta non utilizzabili sono smaltiti in conformità con la normativa ambientale vigente, privilegiando il recupero e riciclo ove possibile. In particolare, le strutture in legno e i materiali da costruzione provenienti dalle vecchie travature e dalle parti rimosse della copertura saranno trattati in modo da minimizzare l'impatto ecologico. Per quanto riguarda il ripristino

ambientale, le aree circostanti la Casermetta e il Giardino Botanico, inclusi i percorsi di accesso e le zone limitrofe, verranno riportate al loro stato originale, con particolare attenzione al rispetto del paesaggio storico. Ogni intervento di dismissione e restauro sarà progettato per non alterare l'aspetto visivo del sito, mantenendo la sua armonia con le mura storiche circostanti. Dopo la conclusione dei lavori, è previsto un monitoraggio post-cantiere per verificare che il sito non abbia subito danni o alterazioni permanenti, sia sotto il profilo ambientale che architettonico.

Il consolidamento strutturale della Casermetta, pur comportando interventi mirati a rinforzare la struttura portante e la copertura, è stato progettato in modo da garantire l'accessibilità e la fruibilità dell'edificio, mantenendo la funzionalità degli spazi per il supporto alla gestione museale dell'Orto Botanico.

5.6 Verifica preliminare delle superfici decorate interne ed esterne

Prima dell'esecuzione di qualsiasi lavorazione che possa interessare le superfici del fabbricato, sia interne sia esterne, dovrà essere effettuata una preventiva campagna di saggi stratigrafici e diagnostici finalizzata alla ricerca di eventuali tracce di decorazioni pittoriche, affreschi, cromie storiche, finiture decorative o apparati di pregio artistico e testimoniale.

La verifica dovrà riguardare non solo le lavorazioni relative agli intonaci, comprese demolizioni, scrostature, puliture, stilature, consolidamenti o rifacimenti, ma anche gli interventi su strutture e impianti che possano comportare demolizioni, tracce, carotaggi, perforazioni, staffaggi, passaggi impiantistici, ancoraggi, rimozioni, riprese murarie o altre interferenze con superfici interne o esterne del fabbricato.

Le indagini dovranno essere eseguite esclusivamente da restauratore qualificato ai sensi della normativa vigente in materia di beni culturali, con comprovata esperienza nel settore del restauro delle superfici decorate dell'architettura.

I saggi dovranno essere condotti mediante metodologie non invasive o minimamente invasive, tali da garantire la conservazione delle superfici originarie e consentire la lettura delle eventuali stratificazioni storiche presenti. Le attività comprenderanno, ove necessario, la rimozione controllata di porzioni limitate di scialbi, tinteggiature o strati superficiali recenti, l'esecuzione di saggi stratigrafici localizzati, la mappatura fotografica e grafica delle evidenze rinvenute, la documentazione tecnica delle cromie e delle tecniche esecutive individuate, nonché la redazione di relazione specialistica finale con indicazione degli esiti delle indagini e delle eventuali prescrizioni operative.

Nel caso in cui le indagini evidenzino la presenza di superfici decorate, affreschi, cromie storiche o elementi di interesse storico-artistico, le lavorazioni previste nelle aree interessate dovranno essere immediatamente sospese e le modalità di intervento dovranno essere rivalutate di concerto con la Direzione Lavori, il restauratore incaricato e gli eventuali enti preposti alla tutela.

Nessun intervento che possa interessare superfici interne o esterne del fabbricato potrà essere avviato prima del completamento delle verifiche sopra descritte e dell'approvazione degli esiti delle indagini preliminari.

6 CONCLUSIONI

L'intervento di manutenzione straordinaria della Casermetta San Regolo è necessario per preservare questo importante edificio storico e garantire la sua sicurezza a lungo termine. La soluzione progettuale, pur mantenendo l'integrità storica dell'edificio, introduce interventi strutturali mirati, finalizzati alla risoluzione delle carenze statiche degli orizzontamenti, all'eliminazione dei cinematismi locali di ribaltamento e al miglioramento del comportamento sismico complessivo del fabbricato.

Sotto il profilo funzionale e architettonico, il progetto definisce una profonda rifunzionalizzazione degli spazi interni, volta a potenziare il ruolo dell'edificio quale centro nevralgico dell'accoglienza dell'Orto Botanico. Tale obiettivo viene perseguito attraverso l'inserimento di una nuova area biglietteria e di un rinnovato bookshop, integrati in un assetto distributivo dinamico che sfrutta meccanismi di

pannello e sistemi di confinamento mobili per garantire la massima versatilità d'uso degli ambienti. Parallelamente, la modernizzazione tecnologica del manufatto viene assicurata da un nuovo sistema di climatizzazione ad espansione diretta e da un apparato illuminotecnico a LED su binari sospesi, entrambi progettati per garantire elevati standard di comfort e flessibilità operativa nel rigoroso rispetto della compagine muraria e delle strutture lignee storiche.

A seguito dell'intervento, il livello di sicurezza sismica risulta incrementato fino a $\zeta E = 1,097$, con un miglioramento superiore al valore minimo richiesto dal §8.4.2 del D.M. 17/01/2018 per gli interventi di miglioramento sismico. Tale risultato conferma la coerenza della soluzione progettuale rispetto agli obiettivi di sicurezza, conservazione e continuità d'uso dell'immobile.

Gli interventi proposti sono stati sviluppati tenendo conto delle normative tecniche in vigore, delle esigenze di conservazione del patrimonio storico e dei vincoli di sicurezza, inclusi i requisiti di resistenza al fuoco connessi alle attività previste. In tale quadro, il trattamento delle strutture lignee del solaio e della copertura con vernici intumescenti contribuisce a ritardare la carbonizzazione del legno e a migliorare le condizioni di sicurezza antincendio dell'immobile.

La Casermetta continua a svolgere la propria funzione all'interno dell'Orto Botanico, con un livello di sicurezza maggiore e senza compromettere il valore storico e culturale che rappresenta per la città di Lucca.

Lucca, 21/04/2026

Team di progettazione

Studio INTRE