# COMUNE DI LUCCA
## PROVINCIA DI LUCCA

# INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLE SERRE ORTO BOTANICO, LUCCA, SERRE ANNI '90 - CUP J62F26000250004

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

## Disciplinare descrittivo e prestazionale
## Serre Anni 90

PFTE_1GEN_090_CT_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
RED STUDIO

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

# INDICE

1 PREMESSA ..... 3
2 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO ..... 3
3 NECESSITÀ FUNZIONALI E REQUISITI PRESTAZIONALI DELL'INTERVENTO ..... 4
3.1 Indicazione delle necessità funzionali ..... 4
3.2 Esigenze della stazione appaltante ..... 4
3.3 Requisiti prestazionali generali dell'opera ..... 5
3.4 Stato ante operam e criticità rilevate ..... 5
3.5 Descrizione Sintetica Dell'opera ..... 6
4 OPERE GENERALI E SPECIALIZZATE — IMPORTI ..... 6
5 STRUTTURE PORTANTI E OPERE STRUTTURALI ..... 6
5.1 Rinforzo dei pilastri frontali e degli elementi delle facciate laterali con profili metallici ..... 6
5.2 Raddoppio dei controventi della facciata frontale ..... 7
5.3 Rinforzo dei collegamenti acciaio–muratura storica ..... 8
6 SALDATURE ..... 9
7 VERNICI ..... 9
8 SOSTITUZIONE ELEMENTI IN POLICARBORNATO ..... 10
9 VERIFICHE E CONFORMITÀ ..... 11
10 CONCLUSIONI ..... 12

# 1 PREMESSA

Il presente Disciplinare Descrittivo e Prestazionale (DDP) è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) relativo ai lavori di manutenzione straordinaria delle Serre anni '90, sito nel complesso monumentale dell'Orto Botanico del Comune di Lucca.

L'intervento sulle Serre anni '90 persegue il duplice scopo di sanare le gravi vulnerabilità statiche ed eoliche dell'involucro e di attuare un profondo rinnovamento funzionale, trasformando lo spazio da semplice area di ricovero invernale a vero e proprio percorso museale permanente, così come prescritto dal DIP. Le indagini hanno evidenziato che la deformabilità dei telai metallici e la limitata efficacia dell'attuale sistema di controventamento determinano concentrazioni di tensioni anomale sotto la spinta del vento. L'esigenza primaria è l'irrigidimento scatolare dell'edificio per mitigare le spinte eoliche e prevenire fenomeni deformativi incompatibili con la sicurezza d'esercizio.

Il progetto si inserisce in un contesto di elevato valore storico, architettonico e culturale pertanto, tutte le lavorazioni previste dovranno essere eseguite nel rispetto dei principi di tutela, conservazione e minima invasività, garantendo la compatibilità con i vincoli derivanti dal Codice dei beni culturali e del paesaggio.

Il presente Disciplinare ha lo scopo di definire, in modo organico e prestazionale:

- le caratteristiche tecniche delle lavorazioni previste;
- i requisiti prestazionali richiesti alle opere, ai materiali;
- i criteri di esecuzione, controllo e accettazione delle opere;
- le modalità di integrazione tra interventi strutturali.

In coerenza con il Documento di Indirizzo alla Progettazione (DIP) e con gli obiettivi del PFTE, il disciplinare assume come riferimento prioritario:

- Risoluzione delle vulnerabilità strutturali ed eoliche;
- Piena agibilità, sicurezza e accessibilità invernale;
- Salvaguardia dell'ecosistema e dell'albero monumentale;
- la sostenibilità ambientale dell'intervento, nel rispetto dei Criteri Ambientali Minimi (CAM);
- la durabilità, manutenibilità e gestione nel ciclo di vita dell'opera.

Il Disciplinare costituisce pertanto il riferimento tecnico-prestazionale per le successive fasi progettuali ed esecutive, nonché per la definizione degli obblighi dell'appaltatore, garantendo la coerenza tra gli obiettivi progettuali, le soluzioni tecniche adottate e le modalità realizzative.

# 2 NORMATIVE TECNICHE DI RIFERIMENTO

Gli interventi di manutenzione straordinaria delle serre anni '90 sono stati progettati e verificati in conformità alle normative tecniche vigenti, garantendo sicurezza strutturale, durabilità dei materiali e compatibilità con il contesto storico-botanico. Le principali normative considerate nel progetto includono:

Le opere, i materiali e l'iter progettuale seguiranno le seguenti normative di riferimento:

| 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 e s.m.i. |
| "Nuove norme tecniche per le costruzioni", approvate con D.M. Del 17/01/2018 (NTC 2018) |

| |
|---|
| Circolare del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 del Consiglio superiore del Lavori Pubblici recante "*Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018*" |
| Direttiva del P.C.M. del 09/02/2011 "*Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. Del 14/01/2008*" e ss.mm.ii. |
| Istruzioni tecniche D.2.9 della Regione Toscana, approvate con decreto dirigenziale n. 3421 del 12/08/2011 e ss.mm.ii. |
| L.R.T. n.58/2009 che ha istituito il deposito delle Verifiche tecniche previste dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274/2003 e ss.mm.ii |
| Direttiva PCM 9 febbraio 2011 per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale |
| D.M. 23 giugno 2022 – Criteri Ambientali Minimi (CAM) per affidamento di servizi di progettazione e lavori per edilizia (GPP). |
| D.M. 14 giugno 1989, n. 236 – Prescrizioni tecniche per l'accessibilità, adattabilità e visitabilità degli edifici. |
| D.P.R. 24 luglio 1996 n. 503 "*Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici", oltre alla D.M. 236/89 in materia di abbattimento delle barriere architettoniche e ulteriori leggi vigente in materia"* |
| DM 26/06/2015 – Linee guida APE e Requisiti minimi, applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici |
| DM 37/2008 – Norme in materia di installazione di impianti negli edifici. |
| D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 – Prevenzione incendi e s.m.i. |
| D.M. 3 agosto 2015 – Codice di prevenzione incendi e s.m.i. |
| D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 e s.m.i. – Prestazioni energetiche degli edifici. |
| D.M. 26 giugno 2015 – Requisiti minimi di prestazione energetica. |
| Decreto dipartimentale del 31 marzo 2020, n. 1104 "*Linee guida per gli interventi di cura e salvaguardia degli alberi monumentali"* |

# 3 NECESSITÀ FUNZIONALI E REQUISITI PRESTAZIONALI DELL'INTERVENTO

## 3.1 Indicazione delle necessità funzionali

In conformità all'Allegato I.7,art.14 lett. a) del D.Lgs. 36/2023, il presente paragrafo definisce le necessità funzionali poste a base dell'intervento, i requisiti e le specifiche prestazioni che devono essere soddisfatti al fine di rispondere alle esigenze del Comune di Lucca, del personale botanico e degli utenti dell'Orto Botanico, nel rispetto delle risorse finanziarie stanziate.

## 3.2 Esigenze della stazione appaltante

Il Comune di Lucca, quale proprietario e gestore del complesso dell'Orto Botanico, individua le seguenti esigenze prioritarie:

- Sicurezza strutturale ed eolica: superamento delle carenze statiche connesse all'azione del vento, riconducibili alla limitata efficacia del sistema di controventamento e alla deformabilità dei telai metallici. Le analisi iniziali hanno evidenziato $\zeta E = 0{,}18$ allo SLV mediante analisi statica lineare. L'obiettivo è conseguire $\zeta E \geq 0{,}63$ (miglioramento $\geq 0{,}10$ ai sensi NTC 2018 §8.4.2).
- Sicurezza sismica: miglioramento del comportamento d'insieme della struttura per rendere rappresentativa l'analisi push-over, superando le limitazioni connesse alla carente collaborazione della copertura nella condizione ante operam.

- Continuità funzionale delle collezioni botaniche: garantire condizioni di sicurezza d'esercizio per il ricovero, la coltivazione e la conservazione delle specie vegetali ospitate, senza interruzioni prolungate delle attività scientifiche, didattiche e manutentive.
- Compatibilità con il bene storico-architettonico: rispetto della muratura ottocentesca in pietra sul quarto lato e del carattere tipologico della serra, adottando soluzioni di minima invasività, reversibilità e compatibilità materica ai sensi del D.Lgs. 42/2004.
- Durabilità e manutenibilità: adozione di soluzioni tecniche controllabili nel tempo, con particolare attenzione alla protezione anticorrosiva degli elementi metallici in ambiente serricolo (alta umidità relativa), e definizione di un piano di manutenzione programmata.
- Sostenibilità CAM: conformità ai Criteri Ambientali Minimi (D.M. 23/06/2022) per materiali, gestione dei rifiuti da demolizione e specifiche tecniche dei prodotti impiegati.

## 3.3 Requisiti prestazionali generali dell'opera

L'intervento dovrà soddisfare i seguenti requisiti prestazionali, da verificarsi in sede di progettazione esecutiva e collaudo:

| REQUISITO | SPECIFICA PRESTAZIONALE |
|---|---|
| Sicurezza eolica | Risoluzione delle carenze statiche connesse all'azione del vento; verifiche SLU e SLE agli NTC 2018 Cap. 8 per costruzioni esistenti |
| Sicurezza sismica | ζE ≥ 0,63 post operam (incremento ≥ 0,10 rispetto allo stato ante operam — NTC 2018 §8.4.2) |
| Rigidezza laterale | Riduzione delle deformazioni localizzate della facciata frontale entro i limiti degli SLU; comportamento strutturale regolare e collaborante |
| Durabilità anticorrosiva | Ciclo di verniciatura UNI EN ISO 12944 classe C3 per ambiente serricolo; vita nominale del ciclo protettivo ≥ 10 anni |
| Integrità dei giunti saldati | Qualità giunti livello B (UNI EN ISO 5817); controlli NDT su campioni rappresentativi; qualificazione saldatori UNI EN ISO 9606-1 |
| Continuità copertura | Pannelli policarbonato con trasmissione luminosa e resistenza agli urti equivalenti agli esistenti; fissaggio reversibile senza danni ai profilati |
| Compatibilità bene culturale | Minima invasività, reversibilità e cromia coerente con gli elementi esistenti; D.Lgs. 42/2004 art. 21 e 29 |
| Sostenibilità CAM | Conformità CAM Edilizia D.M. 23/06/2022 per materiali metallici, rivestimenti e gestione dei rifiuti da cantiere |

## 3.4 Stato ante operam e criticità rilevate

Le verifiche strutturali eseguite hanno evidenziato le seguenti criticità che motivano l'intervento:

- Sistema di controventamento: presente un solo controvento sulla facciata principale, in posizione non simmetrica, con conseguente distribuzione non equilibrata delle azioni orizzontali e concentrazione delle deformazioni in specifiche porzioni della struttura.
- Deformabilità dei telai metallici: colonne 150×150×5 mm e travi 75×150×5 mm con snellezza locale elevata; deformazioni massime localizzate alla facciata laterale corta.
- Giunti e collegamenti: limitata rigidezza dei collegamenti tra elementi metallici e carenza di continuità strutturale acciaio–muratura storica in pietra.
- Livello di sicurezza iniziale: ζE = 0,18 allo SLV (analisi statica lineare); analisi push-over non rappresentativa per carenza del piano rigido di copertura.

## 3.5 Descrizione Sintetica Dell'opera

L'intervento è motivato dalla necessità di sanare le criticità rilevate nelle verifiche strutturali, in particolare riguardanti la risposta della serra alle azioni del vento e agli effetti sismici. La struttura, realizzata alla fine degli anni '90, consiste in un telaio metallico lineare con copertura in policarbonato alveolare, integrata sul lato nord dalla muratura storica ottocentesca. La pavimentazione interna è in terra battuta, con superfici parzialmente inghiaiati e percorsi di servizio per la manutenzione delle collezioni botaniche.

Le soluzioni progettuali adottate prevedono il rinforzo dei pilastri esistenti mediante l'accoppiamento di nuovi profili metallici in acciaio S235 e S275, verniciati con resine sintetiche e pigmenti a base di ossido di ferro, selezionati per garantire la compatibilità cromatica con gli elementi esistenti. Le facciate laterali saranno consolidate tramite saldatura dei giunti esistenti e l'inserimento di nuove travi accoppiate per assicurare una distribuzione efficace delle sollecitazioni orizzontali e una maggiore continuità strutturale. Il raddoppio dei sistemi di controventamento incrementerà la rigidezza laterale, limitando le deformazioni localizzate e migliorando la risposta complessiva della struttura.
Particolare attenzione è dedicata ai collegamenti tra la struttura metallica e la muratura storica, nei quali sono previsti interventi mirati di rinforzo locale.

L'intervento è progettato nel pieno rispetto dell'aspetto architettonico, minimizzando l'impatto visivo e garantendo la reversibilità delle soluzioni adottate. La scelta dei materiali e delle finiture è stata orientata alla durabilità e alla facilità di manutenzione, consentendo un monitoraggio costante e interventi correttivi agevoli nel tempo.

# 4 OPERE GENERALI E SPECIALIZZATE — IMPORTI

In conformità all'Allegato I.7, art.14 lett. b) del D.Lgs. 36/2023, si riportano le categorie di opere generali e specializzate con i relativi importi stimati a livello di PFTE. Gli importi definitivi saranno determinati nel Computo Metrico Estimativo (CME) allegato.

| N. | CAT. | DESCRIZIONE OPERE | IMPORTO (€) |
|---|---|---|---|
| 1 | OG2 | Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali | 79.132,84 |
| 2 | OS18-A | Componenti strutturali in acciaio | 23.991,45 |

Nota: gli importi saranno quantificati nel CME allegato al PFTE. La suddivisione per categoria d'opera è da verificare in sede esecutiva (Allegato I.7, D.Lgs. 36/2023).

# 5 STRUTTURE PORTANTI E OPERE STRUTTURALI

La manutenzione delle strutture esistenti delle serre anni '90 è finalizzata a preservare la sicurezza strutturale, la durabilità dei materiali e la funzionalità complessiva dell'opera. Gli interventi sono focalizzati sul rinforzo dei pilastri frontali e dei traversi delle facciate laterali, sul raddoppio dei controventi e sulla sostituzione dei pannelli in policarbonato, garantendo il minimo impatto estetico e la continuità delle prestazioni funzionali. Tutte le operazioni sono state ideate per correggere criticità strutturali e migliorare la risposta della serra alle azioni sismiche e ai carichi ambientali, con particolare attenzione alla protezione degli elementi metallici dall'umidità e alla conservazione delle caratteristiche originali della struttura.

## 5.1 Rinforzo dei pilastri frontali e degli elementi delle facciate laterali con profili metallici

I pilastri esistenti (sezione 150×150×5 mm) presentano snellezza locale elevata e deformabilità insufficiente a garantire la sicurezza nei confronti dell'azione del vento. Il rinforzo mediante profili

accoppiati riduce la snellezza e incrementa la capacità resistente, risolvendo le criticità statiche rilevate dalle verifiche strutturali.

L'intervento prevede il consolidamento dei pilastri frontali e dei traversi orizzontali delle facciate laterali mediante l'inserimento di profili metallici S275 accoppiati ai profilati esistenti. I nuovi elementi sono fissati mediante bullonature calibrate e saldature certificate, in modo da aumentare la rigidezza flessionale e torsionale degli elementi senza alterare la geometria apparente della struttura. La configurazione consente di realizzare sezioni composite acciaio-acciaio che incrementano la capacità portante dei pilastri e dei traversi sotto azioni verticali e orizzontali, in particolare vento e sisma, garantendo la continuità strutturale della serra. L'intervento include inoltre la predisposizione di adeguati dispositivi di collegamento tra elementi nuovi e preesistenti, in modo reversibile e compatibile con l'involucro trasparente e le superfici esistenti.

| NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|---|
| D.M. 17/01/2018 – NTC 2018, §4.2 e §8.4.3 (interventi di rafforzamento locale) |
| Circolare 21/01/2019 n. 7 – §C8.7 (costruzioni esistenti) |
| UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3, Strutture in acciaio |
| UNI EN 1991-1 – Eurocodice 1, Azioni sulle strutture |
| UNI EN 10025-2 – Acciai laminati a caldo |
| UNI EN ISO 12944 – Protezione dalla corrosione |
| UNI EN ISO 4063 e UNI EN ISO 9606-1 – Saldature e qualificazione saldatori |

Criteri e caratteristiche prestazionali:

- Incremento capacità portante: verifica numerica della resistenza dei pilastri e dei traversi rinforzati rispetto allo stato esistente, con margine di sicurezza conforme NTC 2018;
- Efficienza dei collegamenti: trasferimento efficace delle sollecitazioni tangenziali attraverso bullonature calibrate e saldature certificate;
- Controllo deformativo: riduzione delle flessioni e torsioni entro i limiti previsti dalle verifiche strutturali agli SLU;
- Durabilità e protezione: verniciatura dei nuovi profili metallici con resine sintetiche e pigmenti a base di ossido di ferro, protezione contro la corrosione in ambiente ad elevata umidità;
- Controlli e verifiche: ispezione visiva, prove NDT secondo UNI EN ISO 5817 e qualificazione personale secondo UNI EN ISO 9712;
- Compatibilità architettonica: intervento reversibile, minimo impatto visivo, preservazione delle superfici trasparenti e degli elementi originari.

## 5.2 Raddoppio dei controventi della facciata frontale

La presenza di un solo sistema di controventamento sulla facciata principale, in posizione non simmetrica, non consente una distribuzione equilibrata delle azioni orizzontali. Il raddoppio dei controventi garantisce la rigidezza laterale necessaria per soddisfare le verifiche SLU all'azione del vento e conseguire $\zeta E \geq 0{,}63$.

L'intervento di raddoppio dei controventi della facciata frontale consiste nell'installazione di profilati metallici aggiuntivi paralleli ai controventi esistenti, collegati ai profilati principali mediante bullonature calibrate e saldature certificate. L'operazione ha lo scopo di aumentare la rigidezza laterale della facciata, migliorare la distribuzione delle sollecitazioni e ridurre le deformazioni sotto azioni orizzontali e sismiche, senza alterare l'aspetto visivo della struttura. I nuovi controventi sono posizionati in modo da essere compatibili con gli elementi trasparenti della facciata e con la conservazione delle funzioni di passaggio della luce e ventilazione interna.

| NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|---|
| D.M. 17/01/2018 – NTC 2018, §4.2 e §8.4.3 |
| Circolare 21/01/2019 n. 7 – §C8.7 |

| |
|---|
| UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3, Strutture in acciaio |
| UNI EN 1991-1 – Eurocodice 1, Azioni sulle strutture |
| UNI EN 10025-2 – Acciai laminati a caldo |
| UNI EN ISO 12944 – Protezione dalla corrosione |
| UNI EN ISO 4063 e UNI EN ISO 9606-1 – Saldature e qualificazione saldatori |

Criteri e caratteristiche prestazionali:

- Incremento rigidezza laterale: i nuovi controventi devono assicurare una riduzione delle deformazioni laterali della facciata conforme ai limiti previsti dall'analisi strutturale agli SLU;
- Efficienza dei collegamenti: trasferimento efficace delle sollecitazioni tra controventi nuovi e preesistenti mediante bullonature e saldature certificate;
- Durabilità e protezione: protezione dei profili metallici aggiuntivi tramite verniciatura con resine sintetiche e pigmenti a base di ossido di ferro, resistente all'umidità dell'ambiente serricolo;
- Controlli e verifiche: ispezione visiva e controlli NDT secondo UNI EN ISO 5817, con personale qualificato secondo UNI EN ISO 9712;
- Compatibilità architettonica: posizionamento e configurazione dei nuovi controventi che garantiscano il minimo impatto visivo sulla facciata e preservino la trasparenza dei pannelli esistenti.

## 5.3 Rinforzo dei collegamenti acciaio–muratura storica

I collegamenti tra struttura metallica e muratura storica sono risultati carenti dalle verifiche, con conseguente riduzione della continuità strutturale e della capacità di distribuzione delle azioni orizzontali. Il rinforzo è necessario per garantire la trasmissione efficace delle sollecitazioni e il comportamento collaborante dell'intero sistema strutturale.

Sono previsti interventi di rinforzo mirati alle zone di contatto tra la struttura metallica delle facciate laterali e la muratura storica ottocentesca in pietra (LC1), al fine di migliorare la continuità del sistema strutturale e la trasmissione delle azioni tra gli elementi metallici e la muratura. Gli interventi sono eseguiti con lavorazioni controllate, limitando vibrazioni, urti e sollecitazioni localizzate sulla muratura storica.
Le soluzioni adottate prevedono dispositivi di collegamento reversibili e compatibili con la natura della muratura, senza alterarne le caratteristiche storiche e architettoniche.

| NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|---|
| D.M. 17/01/2018 – NTC 2018, §8.4.3 e §8.7 (interventi su costruzioni in muratura) |
| Circolare 21/01/2019 n. 7 – §C8.7 |
| UNI EN 1993-1-1 – Eurocodice 3 |
| D.Lgs. 42/2004 – Codice dei Beni Culturali, artt. 21 e 29 (tutela della muratura storica) |
| D.M. 23/06/2022 – CAM Edilizia |

Criteri e Caratteristiche Prestazionali:

- Continuità strutturale: trasmissione efficace delle azioni orizzontali tra struttura metallica e muratura storica senza fenomeni di distacco o fessurazione localizzata.
- Compatibilità materica: soluzioni reversibili, non invasive sulla muratura storica; assenza di reazioni chimiche tra dispositivi metallici e muratura in pietra.
- Minima invasività: lavorazioni controllate con limitazione di vibrazioni e urti; D.Lgs. 42/2004 art. 29.
- Protezione dalla corrosione: dispositivi in acciaio inossidabile AISI 304/316 o con trattamento equivalente nelle zone di interfaccia acciaio-muratura soggette a umidità.

## 6 SALDATURE

Le saldature previste nel progetto delle Serre anni '90 riguardano i collegamenti tra nuovi profili metallici S275 e gli elementi strutturali esistenti, inclusi pilastri frontali e traversi orizzontali delle facciate laterali, nonché i nuovi controventi installati sulla facciata frontale. Le saldature saranno eseguite in officina per garantire la precisione geometrica e la qualità dei giunti, minimizzando l'intervento in cantiere. I giunti principali prevedono cordoni d'angolo e giunti testa-testa per assicurare continuità strutturale e trasferimento efficiente delle sollecitazioni tra elementi esistenti e nuovi.

| NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|---|
| UNI EN ISO 4063 – Tipologia e classificazione dei procedimenti di saldatura |
| UNI EN ISO 9606-1:2017 – Qualifica dei saldatori per acciai |
| UNI EN ISO 14732:2013 – Qualifica operatori procedimenti automatici/robotizzati |
| UNI EN ISO 14555:2017 – Saldatura ad arco di prigionieri; |
| UNI EN ISO 5817:2014 – Livelli di qualità delle saldature |
| UNI EN ISO 9712:2012 – Qualifica degli operatori per controlli NDT |
| UNI EN ISO 3834:2006 – Requisiti qualità per la produzione di saldature |
| D.M. 17/01/2018 – NTC 2018, §4.2 e §8.4.3 |
| Circolare 21/01/2019 n.7 – Istruzioni applicative NTC, §C8.7. |

Criteri e caratteristiche prestazionali:

- Trasferimento delle sollecitazioni: le saldature devono garantire il corretto trasferimento delle tensioni tangenziali tra elementi metallici e tra elementi nuovi e preesistenti.
- Deformabilità controllata: i giunti devono assicurare deformazioni entro i limiti ammissibili previsti dalle verifiche strutturali agli SLU.
- Proprietà meccaniche: resistenza e duttilità della zona fusa e della zona termicamente alterata equivalenti al materiale base; durezza massima 350 HV30.
- Qualità dei giunti: assenza di cricche, porosità o difetti critici rilevati sia visivamente sia tramite controlli NDT (liquidi penetranti, polveri magnetiche, ultrasuoni, raggi X/gamma a seconda del tipo di giunto).
- Durabilità: resistenza alla corrosione conforme all'ambiente serricolo ad alta umidità, con protezione superficiale dei giunti esposti.
- Controlli e verifiche: ispezione completa in cantiere e controlli NDT secondo UNI EN ISO 5817; qualificazione del personale secondo UNI EN ISO 9712 e certificazione aziendale secondo UNI EN ISO 3834.
- Efficacia dei collegamenti: confermata mediante analisi strutturale e prove di carico simulato, garantendo continuità strutturale dell'intera serra.

## 7 VERNICI

L'ambiente serricolo, caratterizzato da elevata umidità relativa e cicli termici variabili, è particolarmente aggressivo per gli elementi metallici. Una protezione anticorrosiva efficace è condizione necessaria per garantire la durabilità dei rinforzi e la vita nominale dell'intervento.

Per il consolidamento dei pilastri frontali, delle facciate laterali e dei nuovi controventi, le superfici metalliche saranno trattate con vernici a base di resine sintetiche e pigmenti a ossido di ferro, selezionate per garantire elevata resistenza alla corrosione e durabilità nel tempo. Le vernici saranno applicate su superfici preparate mediante sabbiatura o spazzolatura metallica per rimuovere ossidi e impurità, assicurando l'adesione ottimale del rivestimento. Il ciclo di verniciatura sarà coerente con il contesto estetico esistente, con cromia da campionare e approvare in accordo con l'Amministrazione, minimizzando l'impatto visivo delle opere di rinforzo.

| NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|---|
| UNI EN ISO 12944 – Protezione delle strutture in acciaio contro la corrosione mediante sistemi di verniciatura |
| UNI EN ISO 8501 – Preparazione delle superfici per la verniciatura |
| UNI EN ISO 20340 – Prestazioni dei sistemi di verniciatura in condizioni atmosferiche aggressive |
| UNI EN 10025-2 – Acciai laminati a caldo |
| D.M. 23/06/2022 – CAM Edilizia (vernici a basso contenuto di VOC) |

Criteri e caratteristiche prestazionali:

- Protezione dalla corrosione: ciclo di verniciatura conforme a UNI EN ISO 12944, classe di esposizione C3 (medio), con spessori minimi garantiti e controlli sullo strato finale.
- Adesione e continuità: verifica dell'adesione mediante test di strappo o metodo pull-off; assenza di difetti come bolle, screpolature o distacchi.
- Durabilità: resistenza alle condizioni di elevata umidità tipiche dell'ambiente serricolo, con manutenzione programmata e controlli periodici.
- Compatibilità estetica: cromia e finitura superficiale in linea con gli elementi esistenti; approvazione dei campioni da parte dell'Amministrazione.
- Controlli e verifiche: ispezioni visive al 100% e controlli strumentali su campioni rappresentativi secondo UNI EN ISO 2409 e UNI EN ISO 4624, garantendo uniformità e qualità del ciclo applicativo.

## 8 SOSTITUZIONE ELEMENTI IN POLICARBORNATO

I pannelli esistenti presentano usura e degrado che compromettono la trasmissione luminosa necessaria alle collezioni botaniche e l'integrità dell'involucro impermeabilizzante. La sostituzione con elementi equivalenti ripristina le condizioni microclimatiche interne indispensabili per la conservazione delle specie vegetali ospitate.

L'intervento prevede la sostituzione dei pannelli di copertura in policarbonato alveolare della serra con elementi equivalenti a densità 1,60 g/cm³, identici per caratteristiche meccaniche, trasparenza e resistenza agli urti. I nuovi pannelli saranno fissati ai profili metallici esistenti mediante sistemi di aggancio reversibili e compatibili, assicurando la continuità della protezione ambientale e la funzionalità microclimatica interna per la conservazione delle collezioni botaniche. L'operazione è finalizzata a ripristinare l'integrità della copertura e a sostituire elementi usurati o danneggiati senza alterare la geometria o l'aspetto della struttura.

| NORMATIVA DI RIFERIMENTO |
|---|
| UNI EN 16153 – Lastre e pannelli in plastica per coperture trasparenti |
| UNI EN 438 – Pannelli in materiale plastico a strati (per spessori e resistenza meccanica) |
| UNI EN ISO 527 – Determinazione delle proprietà meccaniche delle materie plastiche |
| D.M. 17/01/2018 – NTC 2018, §4.2 e §8.4.3 |
| UNI EN ISO 12944 – Durabilità degli elementi strutturali metallici a contatto con il policarbonato |
| D.M. 23/06/2022 – CAM Edilizia |

Criteri e caratteristiche prestazionali:

- Resistenza meccanica: pannelli in policarbonato con resistenza agli urti e flessione conforme alle specifiche UNI EN 16153, idonei a sopportare carichi neve e vento senza deformazioni eccessive;
- Trasmissione luminosa: mantenimento della luminosità necessaria alle piante, con uniformità della luce e trasparenza equivalente agli elementi sostituiti;
- Durabilità: resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi UV, con ciclo di vita stimato in linea con le condizioni ambientali della serra;

- Compatibilità con la struttura esistente: fissaggio reversibile, assenza di danni ai profilati metallici, adattamento alle dilatazioni termiche;
- Controlli e verifiche: ispezione visiva di ogni pannello, verifica della corretta applicazione dei sistemi di aggancio, controllo della planarità e della continuità della copertura.

## 9 VERIFICHE E CONFORMITÀ

Tutte le opere di rinforzo e sostituzione sono state progettate e verificate in conformità alle normative vigenti, comprese le NTC 2018 (D.M. 17/01/2018), le indicazioni della Circolare n.7/2019 e le norme UNI ed Eurocodici applicabili agli acciai, ai materiali plastici e alle strutture composite. Le verifiche eseguite comprendono:

- Verifiche strutturali: calcoli agli SLU e SLE per pilastri, travi, controventi e pannelli di copertura, con modellazioni agli elementi finiti e controlli puntuali sui carichi di progetto.
- Verifica dei materiali: conformità degli acciai S235/S275, della bulloneria e dei sistemi di fissaggio secondo le norme UNI EN, della qualità dei pannelli in policarbonato e delle verniciature protettive.
- Controlli in cantiere: ispezioni visive e prove NDT su saldature, bullonature e fissaggi, controlli di planarità e corretta applicazione dei pannelli, verifiche del ciclo di verniciatura e adesione del rivestimento.
- Conformità normativa: tutte le lavorazioni e i materiali impiegati rispettano i requisiti di durabilità, resistenza meccanica e sicurezza indicati dai regolamenti nazionali e dalle specifiche tecniche di progetto.

L'insieme delle verifiche garantisce che gli interventi di manutenzione siano coerenti con la funzionalità originale della serra, con la sicurezza strutturale e la durabilità dei materiali, assicurando nel contempo la compatibilità estetica e la reversibilità delle opere eseguite.

Gli interventi di manutenzione e rinforzo sono accompagnati da un rigoroso piano di verifiche e controlli sui singoli elementi strutturali e non strutturali, come segue:

Saldature:

- Controllo visivo completo di tutti i giunti per rilevare difetti superficiali quali cricche, porosità o mancanza di fusione.
- Prove non distruttive (NDT) su campioni rappresentativi: liquidi penetranti o polveri magnetiche per giunti ad angolo, ultrasuoni per giunti a T e testa-testa, raggi X/gamma per giunti testa-testa completi.
- Verifica della conformità alle specifiche normative UNI EN ISO 5817 e UNI EN ISO 4063, inclusa la qualificazione dei saldatori secondo UNI EN ISO 9606-1 e degli operatori NDT secondo UNI EN ISO 9712.

Strutture di rinforzo dei profilati metallici (pilastri e facciate laterali):

- Controllo della corretta posa e accoppiamento dei profili metallici S275.
- Verifica della bulloneria e dei collegamenti mediante test di serraggio, controllo delle tolleranze e congruenza con i disegni esecutivi.
- Controllo delle deformazioni e della rigidezza mediante prove di carico o simulazioni di carico equivalenti, rispetto alle verifiche strutturali di progetto (SLU e SLE).
- Ispezione delle superfici per garantire l'integrità della verniciatura protettiva e l'assenza di danni durante il montaggio.

Vernici:

- Controllo visivo del ciclo di verniciatura, uniformità dello strato, assenza di bolle, screpolature o distacchi.
- Prove di adesione e resistenza superficiale mediante test pull-off o test di strappo conformi alle UNI EN ISO 2409 e UNI EN ISO 4624.
- Verifica dello spessore dei film e della copertura della protezione anticorrosiva secondo UNI EN ISO 12944, in funzione della classe di esposizione C3 dell'ambiente serricolo.

Elementi in policarbonato:

- Controllo visivo di ogni pannello sostituito per verificare integrità, assenza di crepe o deformazioni.
- Verifica del corretto fissaggio ai profilati metallici, compatibilità con le dilatazioni termiche e con la geometria della struttura.
- Controllo della planarità, della trasmissione luminosa e della continuità della copertura per garantire le condizioni microclimatiche interne.
- Verifica della durabilità dei pannelli e della resistenza agli urti secondo UNI EN 16153 e UNI EN ISO 527.

L'insieme di questi controlli garantisce la piena conformità normativa, la funzionalità strutturale e la durabilità dei materiali, assicurando nel contempo la compatibilità estetica e la sicurezza della serra.

## 10 CONCLUSIONI

Il presente Disciplinare Descrittivo e Prestazionale definisce il quadro di riferimento tecnico ed esecutivo per la realizzazione degli interventi previsti, stabilendo requisiti, criteri e modalità operative finalizzate a garantire la qualità dell'opera, la sicurezza delle lavorazioni e la conformità alle normative vigenti.

Tutte le lavorazioni dovranno essere eseguite a regola d'arte, nel rispetto delle prescrizioni progettuali, delle normative tecniche applicabili e delle indicazioni degli elaborati di progetto, assicurando la piena coerenza tra le soluzioni realizzative e gli obiettivi prestazionali individuati nel PFTE. Particolare attenzione dovrà essere posta alla compatibilità degli interventi con il contesto storico-architettonico, privilegiando soluzioni tecniche che minimizzino l'impatto sul manufatto e ne preservino i caratteri identitari.

L'appaltatore sarà tenuto a garantire, oltre alla corretta esecuzione delle opere, anche il controllo delle prestazioni nel tempo, mediante l'adozione di materiali certificati, tecnologie adeguate e procedure esecutive conformi ai requisiti di durabilità, manutenibilità e sostenibilità previsti.

Il rispetto del presente Disciplinare costituisce condizione essenziale per la corretta realizzazione dell'intervento e per il conseguimento degli obiettivi di sicurezza, funzionalità e valorizzazione del bene, assicurando la restituzione dell'immobile alle funzioni pubbliche previste in condizioni di piena efficienza e affidabilità.