



**RED STUDIO**



**Comune  
di Padova**

Committente\_

**COMUNE DI PADOVA**

Settore Lavori Pubblici

Incarico\_

**“LLPP EDP 2024/040 RESTAURO DEL CAFFE’ PEDROCCHI. RESTAURO SALE”**. Incarico di progettazione e di direzione operativa delle opere di restauro.

CUP H99D23000200007

Affidatario\_

**RED STUDIO società di ingegneria s.r.l.**

Piazza Statuto 16 - 55045 Pietrasanta (LU)

**Arch. Angela Di Paola**

**Dott.ssa Maria Scalici** (PFP1 - settore 1 e 2)

Collaboratori: *Ing. Andrea Calcagnini, Arch. Chiara Cerrito,*

*Ing. Greta Frosini, Arch. Sara Garuglieri, Prisca Lanterna,*

*Arch. Elena Matteuzzi, Ing. Simone Vecchio, Arch. Beatrice Verona*

Consulenti esterni\_

**ICF Ingegneria srl**

Via di Vorno 9A/4 - 55012 Guamo (LU)

**Ing. Claudio Favilla**

**EsseDi s.n.c. - Laboratorio di Restauro**

Via Pisanica 57 - 55045 Pietrasanta (LU)

**Rest. Daniela Frati** (PFP2 - settore 3 e 4)

**Giallo d'Argento s.n.c**

Via Nunziatina 35 - 56125 Pisa (PI)

**Rest. Giovanna Sarti** (PFP4 - settore 7)

---

## **RESTAURO DELLE SALE DEL CAFFE' PEDROCCHI**

*SALA BIANCA, SALA ROSSINI, SALA EGIZIA, SALA RINASCIMENTALE, SALA GOTICA*

### **PROGETTO ESECUTIVO**

---

#### **ELABORATO**

Relazione tecnica di consolidamento strutturale del controsoffitto della Sala Rossini

#### **CODICE ELABORATO**

APPR\_02\_Relazione Consolidamento Rossini



## Sommario

<b>Sommario</b> .....	<b>2</b>
<b>PREMESSA</b> .....	<b>4</b>
<b>1. INQUADRAMENTO STORICO</b> .....	<b>4</b>
1.1. Preesistenze costruttive .....	4
1.2. Vicende costruttive ottocentesche .....	6
1.3. Modifiche del Novecento: il solaio interpiano .....	6
1.4. Modifiche del Novecento: la messa in sicurezza del plafone.....	9
1.5. Modifiche del Novecento: il consolidamento della copertura.....	10
<b>2. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OGGETTO D'INTERVENTO</b> .....	<b>12</b>
2.1. Indagini svolte.....	12
2.2. Descrizione generale del sottotetto .....	12
2.2.1. <i>Descrizione sistema di copertura</i> .....	12
2.2.2. <i>Descrizione sistema di sostegno del controsoffitto in canniccio</i> .....	15
2.3. Descrizione del sistema di sostegno del sipario del palcoscenico.....	23
2.4. Descrizione del solaio interpiano .....	24
<b>3. ANALISI DELLO STATO ATTUALE</b> .....	<b>25</b>
3.1. Analisi dello stato di conservazione del plafone visibile dalla Sala Rossini .....	25
3.2. Analisi dello stato di conservazione nelle strutture del sottotetto.....	26
3.2.1. <i>Configurazione e stato strutturale</i> .....	27
3.2.2. <i>Alterazioni e interventi successivi</i> .....	27
3.2.3. <i>Condizioni materiche e degrado</i> .....	28
3.2.4. <i>Valutazione e considerazioni finali</i> .....	28
3.3. Valutazione dello stato di conservazione delle strutture murarie verticali .....	28
<b>4. PREMESSE PROGETTUALI E MOTIVAZIONI DELLE SCELTE</b> .....	<b>31</b>
4.1. Criteri generali e priorità d'intervento .....	32
4.1.1. <i>Accorgimenti per le murature e distribuzione dei carichi</i> .....	32
<b>5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI</b> .....	<b>34</b>
5.1. Opere preliminari .....	34
5.2. Restauro conservativo delle capriate cp7 e cp9.....	35
5.3. Intervento di miglioramento della stabilità del soffitto .....	36
<b>6. CALCOLO DI VERIFICA DELLE STRUTTURE</b> .....	<b>42</b>
6.1. Verifica dei nuovi profili di sostegno del plafone – 2 UPN 220 .....	42

6.2.	Verifica del giunto di continuità della nuova trave di sostegno del plafone .....	44
6.3.	Calcolo della costante elastica della molla .....	48
<b>7.</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>48</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI ARCHIVISTICI.....</b>	<b>50</b>

## PREMESSA

La presente relazione descrive il progetto di consolidamento delle orditure del controsoffitto della Sala Rossini, la sala più grande e a doppio volume del piano nobile del Caffè Pedrocchi e destinata un tempo a sala da ballo. In sintesi, il controsoffitto è realizzato in canniccio intonato, sorretto da una doppia orditura di travetti lignei, appesi a due capriate.

Una prima riflessione sulla necessità dell'intervento è apparsa necessaria inizialmente durante la restituzione grafica vettoriale del rilievo laser scanner 3D, condotto su tutto il complesso: le due sezioni realizzate nella Sala Rossini, le cui superfici decorate sono anche oggetto di studio per l'intervento di restauro conservativo (per cui si rinvia alla Relazione tecnica di restauro - APPR\_OA\_03\_Relazione Restauro), hanno mostrato una deformazione consistente della geometria del plafone.

Si sono succeduti quindi degli approfondimenti conoscitivi di natura strutturale per l'ambiente del sottotetto in corrispondenza con la Sala, sia mediante il rilievo laser scanner delle strutture accessibili sia attraverso sopralluoghi dei professionisti incaricati, supportati da una breve ricostruzione degli interventi di consolidamento già realizzati sulle strutture.

Al fine di garantire le condizioni di agibilità della Sala e di sicurezza dall'eventuale rischio di crollo di porzioni del plafone, è stata pertanto elaborata una soluzione progettuale per garantisca il sostegno del canniccio del controsoffitto solamente dal lato estradossale, non interferendo quindi con le superfici decorate dell'intonaco e degli stucchi presenti sull'intradosso.

## 2. INQUADRAMENTO STORICO

Si riportano in breve le vicende costruttive della Sala, rimandando alla Relazione tecnica di restauro - APPR\_OA\_03\_Relazione Restauro per le notizie sugli aspetti decorativi.

### 2.1. PREESISTENZE COSTRUTTIVE

La costruzione dell'edificio ebbe inizio nel **1827**. Il cantiere partì in realtà già nel **1816**, quando il primo progetto dell'edificio fu affidato dal proprietario Antonio Pedrocchi all'ingegnere Giuseppe Bisacco.

L'area su cui venne realizzato l'edificio includeva già diverse preesistenze: sul lato meridionale, diverse erano le abitazioni che il proprietario del Caffè aveva acquistato per demolirle e ampliare l'area edificabile a tutto l'isolato; sul lato settentrionale, la zona della futura piazzetta Pedrocchi era occupata da costruzioni precedenti (tra cui l'area dell'Oratorio di San Giobbe consacrato a nord-ovest).

Nel **1819**, durante i lavori di scavo delle fondamenta nell'area settentrionale vennero inoltre portati alla luce dei resti archeologici, probabilmente afferenti ai resti del foro cittadino d'epoca romana.

Dopo l'interruzione dell'incarico di Bisacco per volere di Pedrocchi, l'architetto Giuseppe Jappelli, assieme all'ingegnere Bartolomeo Franceschini per gli aspetti statici, realizzarono il progetto definitivo del Caffè, la cui costruzione iniziò come detto nel 1827<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Lionello Puppi, *Stabilità e instabilità di uno "Stabilimento". Il lungo sogno, e gli incubi, di uno spazio per la società civile*, op. cit., pp. 100-104,117-119.

Dai documenti si apprende così che la demolizione dei fabbricati preesistenti non fu integrale, tanto che dei muri vennero lasciati per tutta l'altezza del fabbricato, alcuni dei quali dovrebbero essere quelli che sorreggono il tetto o una sua parte, assieme ad alcune parti di solai nella zona sud<sup>2</sup>.

Neanche le porzioni compiute da Bisacco furono completamente demolite da Jappelli ma furono riutilizzate: esiste un'analisi stratigrafica muraria<sup>3</sup> di alcuni locali di servizio della zona sud-ovest del piano terra propedeutica alla stesura per il progetto di restauro del 1994-1998, in cui vengono individuate esattamente le murature di *FASE I (materiali di reimpiego e/o murature originarie risalenti al periodo precedente l'edificazione dello Stabilimento Pedrocchi)* e quelle di *FASE II (Edificazione Stabilimento Pedrocchi 1819-1842)* con una sottofase per la *Fabbrica di G. Bisacco tra il 1817 e il 1826*.

In conclusione, dal rilievo eseguito dallo stesso Jappelli delle strutture di Bisacco si vede che quest'ultimo aveva già costruito principalmente nell'area settentrionale, realizzando un trapezio probabilmente già coperto, ora corrispondente ai propilei verso piazzetta Pedrocchi. Il muro trasversale verso nord della Sala Rossini sarebbe quindi della costruzione di Bisacco mentre quello sud venne realizzato da Jappelli parallelo al primo, per delimitare la sala e per essere sostegno della copertura (Figure 18Figure 1).

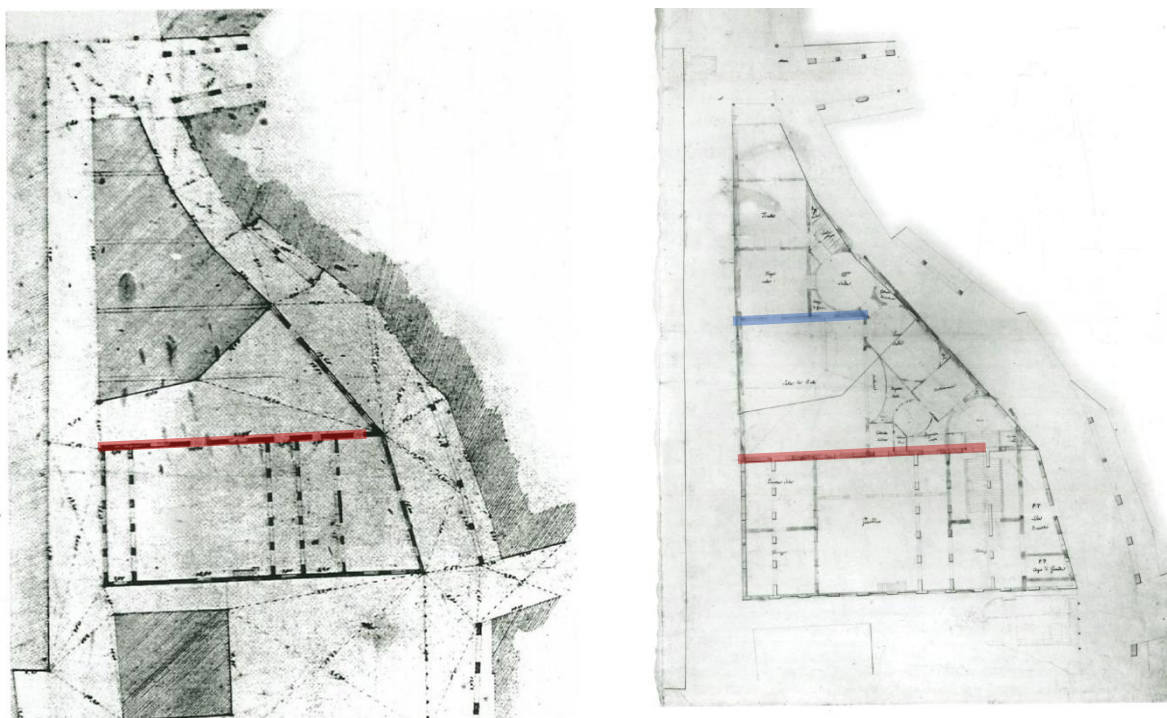


Figure 1 - A sinistra: Rilievo di G. Jappelli dell'isolato del futuro Stabilimento con le murature già edificate da G. Bisacco; a destra: Studio planimetrico di G. Jappelli per le piante del piano superiore. In quest'ultima si nota il riuso del muro di Bisacco come chiusura nord della Sala Rossini (in rosso) e la nuova edificazione del muro sud (in blu) nel progetto di Jappelli. Immagini tratte da: "Il Caffè Pedrocchi. La storia, le storie", a cura di P. Possamai e L. Puppi, op. cit.

<sup>2</sup> Lionello Puppi, *Stabilità e instabilità di uno "Stabilimento". Il lungo sogno, e gli incubi, di uno spazio per la società civile*, op. cit., pp. 104, 133.

<sup>3</sup> Archivio SABAP Province Belluno, Padova e Treviso, Archivio architettonico, 1998 - 059/0722/001|4390.

## 2.2. VICENDE COSTRUTTIVE OTTOCENTESCHE

Il 9 giugno **1831** si ebbe l'inaugurazione a seguito della ultimazione delle sale al piano terra; le sale al piano superiore c'erano già ma non era adorne dell'arredo decorativo, così come il piano secondo, destinato all'abitazione di Antonio Pedrocchi e i sotterranei. Il cantiere rallentò perché intanto, tra il **1837** e il **1839**, dopo l'acquisto del fabbricato a cavallo del vicolo comunale, venne realizzato il cosiddetto Pedrocchino, un pezzo di fabbricato in stile gotico, su progetto di Jappelli<sup>4</sup>.

La costruzione dell'edificio si concluse definitivamente con l'inaugurazione del "Ridotto" del piano nobile nel **1842**, comprendente quindi la Sala Rossini<sup>5</sup>.

A meno di tutte le modifiche di queste decorazioni realizzate nel corso del tempo, la struttura principale appare oggi simile a quella originaria in termini di murature, ovvero un ambiente a pianta rettangolare con un'edera sul muro ovest per il palco dell'orchestra. Essendo un vano a doppia altezza, sin dalla sua creazione vi erano due ordini di aperture: quelle del primo piano mettono in collegamento la stanza con le altre stanze del Ridotto mentre quelle del piano secondo assomigliano a finte finestre con cornici, utili per questioni di equilibrio della decorazione del secondo piano.

In realtà, oltre alle vere finestre rivolte verso gli esterni (via VIII Febbraio e loggia tra i propilei), nella Perizia<sup>6</sup> dell'Ing. Pietro Salvadori del **1892** si dice che tutte le aperture erano veri e propri "finestrini", comprese quelle che ad oggi risultano tamponate. Si ha la certezza che la finestra nell'angolo sud-ovest della stanza, sul muro trasversale, non fosse cieca perché è citata tra **1856** e **1858** nel contratto di cessione dell'attività del caffè e della pasticceria ai fratelli Giacomelli da parte di Domenico Cappellato Pedrocchi, erede di Antonio Pedrocchi: egli riserva per sé alcune stanze del secondo piano "più la disponibilità dello stanzino con la finestra sulla sala da ballo del Ridotto"<sup>7</sup>. Analogamente la finestra speculare che si affaccia verso il loggiato su piazzetta Pedrocchi è una vera finestra come si è potuto appurare durante i sopralluoghi.

Dopo pochi anni dall'inaugurazione, tra **1850** e **1857** venne introdotta l'illuminazione a gas al piano primo<sup>8</sup> (già installata nel 1832 al piano terra con un gazometro nei sotterranei): nella Sala Rossini l'illuminazione a gas viene introdotta limitatamente alla lumiera centrale con lampade coperte da campane o globi di vetro; si installò nel sottotetto un sistema di aerazione per garantire la fuoriuscita dei vapori tossici prodotti dall'illuminazione a gas, attualmente ancora in situ. Il sistema di aerazione è costituito da un piccolo vano collegato inferiormente al lampadario tramite una inferriata modellata, la quale aveva un foro centrale per il sollevamento della catena del lampadario stesso, avvolgibile mediante un argano manuale; il vano è collegato superiormente ad una tubazione metallica di grande diametro che sbuca sulla copertura con una canna fumaria.

## 2.3. MODIFICHE DEL NOVECENTO: IL SOLAIO INTERPIANO

Come già accennato, le modificazioni dell'aspetto della Sala Rossini riguardarono essenzialmente l'aspetto

<sup>4</sup> Lionello Puppi, *Stabilità e instabilità di uno "Stabilimento"...*, op. cit., p. 151.

<sup>5</sup> Lionello Puppi, *Stabilità e instabilità di uno "Stabilimento"...*, op. cit., p. 260.

<sup>6</sup> Vittorio Dal Piaz in *Caffè Pedrocchi: una perizia ottocentesca*, op. cit., p. 22.

<sup>7</sup> Lionello Puppi, *Il Caffè Pedrocchi di Padova*, op. cit., p. 85.

<sup>8</sup> Al riguardo si veda Maria Teresa Franco, *Un luogo per la società civile: il casino Pedrocchi*, op. cit., pp. 247-249.

decorativo, almeno fino all'inizio della seconda metà del Novecento.

Dopo che il 2 giugno **1947** il Comando Alleato riconsegnò il Caffè Pedrocchi al Comune di Padova, dopo averlo occupato per ragioni militari, il 9 marzo **1948** il Comune mise in programma la risistemazione degli ambienti del primo piano, riguardanti soprattutto l'integrazione e il rinnovo degli arredi e alcuni interventi di manutenzione delle superfici decorate a cura dell'architetto Nino Gallimberti<sup>9</sup>.

Il 21 ottobre dello stesso 1948, il Comune si impegnò inoltre a concedere in locazione il "Ridotto" al Circolo Filarmonico Artistico.

Per tutto il **1950** i dirigenti del Circolo Filarmonico Artistico espressero a più riprese la loro volontà di "far rinforzare di più le travature del soffitto perché durante certi balli il pavimento trema". La richiesta è presente sia nei resoconti del dott. Michelangelo Muraro, funzionario della Soprintendenza ai Monumenti medievali e moderni di Venezia che esercitava la sorveglianza dei lavori del piano terra, iniziati nel 1949 e diretti dal Comune, sia sulla stampa locale<sup>10</sup>. Si legge infatti:

**14 dicembre 1950** - Il Gazzettino (Sezione Padova)

*"L'Ufficio Tecnico ha assicurato di aver effettuato lavori atti a garantire una normale stabilità e solidità in generale dell'edificio e in particolare alla Sala Rossini [...] Le richieste del Filarmonico di dare una stabilità eccezionale alla predetta sala nel senso di permettere l'uso per danze affollatissime [...] non potranno essere prese in considerazione in quanto non solo avrebbero reso necessaria un'alterazione fondamentale alle strutture delle colonne di sostegno [...] nel sottostante caffè [...] avrebbe comportato una maggiore ed inutile spesa [...]"*

**30 dicembre 1950** - Il Gazzettino (Sezione Padova)

*"È nota la controversia sorta tra il Circolo Filarmonico ed il Comune per le condizioni della Sala Rossini [...] il Filarmonico faceva istanza al Tribunale per la nomina di un perito". L'ingegner Antonio Ponti, nella sua seconda perizia scrive: "Il solaio è vetusto, in parte avariato e sconnesso, insufficiente per una sala da ballo o di riunione. Ne è consigliabile il rafforzamento o rifacimento [...] nello stato attuale, non può sopportare di fatto coppie danzanti ma solo può sopportare tranquillamente una trentina di persone."*

Con ogni probabilità il solaio interpiano originario era costituito da due orditure di travi lignee, dato che nei lavori di consolidamento degli anni Novanta si ritrovano disegni<sup>11</sup> di affiancamento di travi lignee con profili metallici nelle porzioni di solaio ligneo esistente nei pressi del palco dell'orchestra: dal particolare dell'orditura negli ambienti a ridosso della Sala Rossini si vede che essa era ancora in legno ma il pacchetto della pavimentazione è uguale a quello della Rossini anche se di diverso spessore (parquet, tavolato, pannello di Eraclit, tavolato), segno di un rifacimento passato e forse unitario.

La controversia tra Circolo Filarmonico Artistico e Comune di Padova venne risolta quando che tra il **1951** e il

<sup>9</sup> Meglio descritti nel paragrafo delle Fasi decorative della Relazione tecnica di restauro - APPR\_OA\_03\_Relazione Restauro.

<sup>10</sup> Gli articoli di giornale sono stati ritrovati in: Archivio SABAP Città metropolitana di Venezia, Padova-città, b. A17, docc. 1950.

<sup>11</sup> Alcune tavole di progetto sono state consultate presso l'Archivio SABAP Province Belluno, Padova e Treviso, Archivio architettonico, 1997 - 0051/051/2728.

1952 fu rifatto il solaio tra il piano terra (corrispondente principalmente alla Sala Rossa) e il primo piano (in cui si trova la Sala Rossini), come riporta lo studioso Lionello Puppi, pubblicando due tavole grafiche (Figure 2) nella propria monografia<sup>12</sup> estratte dall'Archivio generale del Comune di Padova.

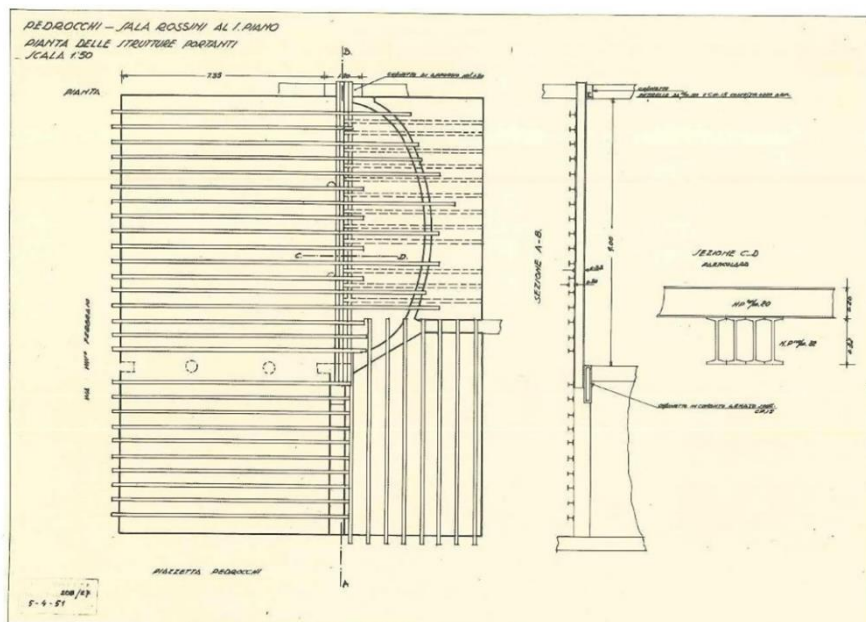
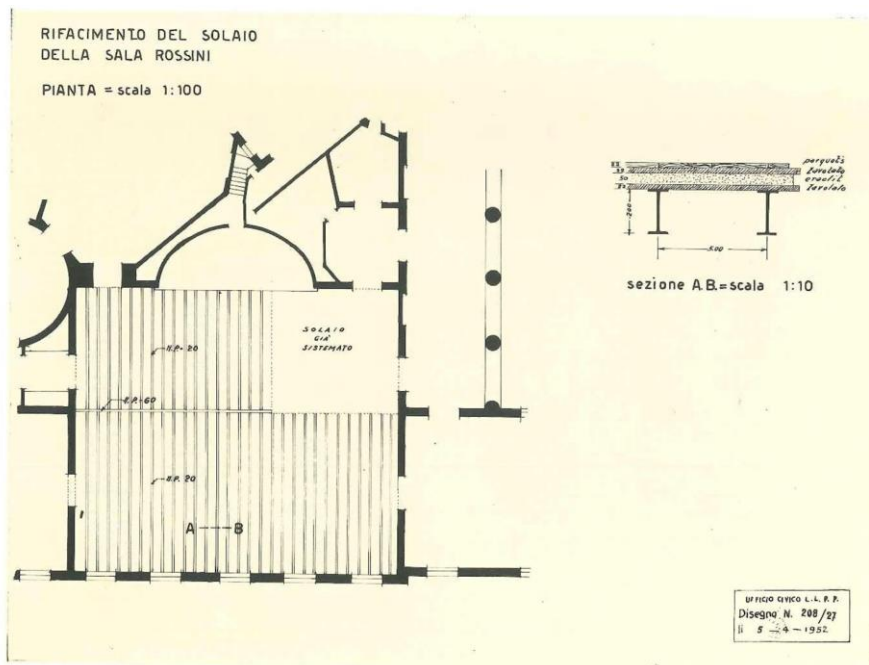


Figure 2 - In alto: pianta delle strutture portanti della Sala Rossini (corrispondenti alle murature del piano terra), 1951; in basso: progetto di rifacimento del solaio della Sala Rossini, 1952. Immagini tratte da: L. Puppi, "Il Caffè Pedrocchi di Padova", op. cit.



Nella seconda tavola del 1952, dedicata al progetto, si nota infatti un solaio con orditura principale costituita

<sup>12</sup> Lionello Puppi, *Il Caffè Pedrocchi di Padova*, op. cit., tavv. 142 e 143.

da profili di acciaio a forma di doppio T (NP20) con doppio impalcato di tavole lignee e uno strato interposto in pannelli di Eraclit (composti da lana di legno mineralizzata con cemento Portland, con spessore usuale di 2–5 cm), il tutto coperto dal pavimento in parquet. In corrispondenza dell'architrave con due colonne del piano terra verso l'emiciclo del bar, è stata inserita una trave di irrigidimento costituita da 4 travi NP32 affiancate, al di sotto delle travi metalliche NP20 ordite ortogonalmente e due cordoli in calcestruzzo armato sulle murature di base dell'emiciclo. Nel 1952 il solaio della zona nord-ovest risulta poi già stato sistemato e ordito in senso ortogonale rispetto al resto della stanza per poter coprire la luce minore in lunghezza.

Dati i lavori di rinforzo degli anni Cinquanta, probabilmente non sono stati eseguiti nella Sala Rossini i lavori di affiancamento descritti genericamente per tutti i solai del piano primo negli anni **1994-1998** ma solo una revisione dello stato di fatto e/o interventi puntuali sul solaio a profili metallici esistente, previo smontaggio del suo parquet storico, databile 1920-1930.

Comunque i lavori al piano hanno comportato la rimozione del pavimento a parquet e dell'impalcato di tavoloni, il successivo consolidamento mediante rinforzi *"con travi di legno lamellare affiancate alle travi esistenti con connessioni/fissaggi"*<sup>13</sup> e infine il rimontaggio dell'impalcato e del pavimento secondo le quote originarie. Il muro dell'emiciclo del piano terra, che aveva subito un cedimento, è stato invece certamente consolidato con iniezioni di calce e sovrapposizione di telaio con rete elettrosaldata e intonacatura.

#### **2.4. MODIFICHE DEL NOVECENTO: LA MESSA IN SICUREZZA DEL PLAFONE**

Parallelamente alla questione del solaio interpiano, durante i sopralluoghi del dott. Muraro si manifestarono le problematiche relative al controsoffitto della sala, oggetto della presente analisi.

Il **13 marzo 1950**, il funzionario della Soprintendenza scrive infatti che *"La sala centrale del Casino Pedrocchi ha il soffitto in parte pericolante. Grandi fenditure tagliano l'intonaco che in qualche punto sta veramente per cadere."*

Fu così previsto un intervento strutturale urgente approvato dalla Giunta Comunale il **21 novembre 1950** con il fine di *"fissare il soffitto pericolante della Sala da ballo (Rossini), per rimediare ai guai dello scalone d'onore, per sistemare pavimenti e servizi igienici"*<sup>14</sup>. I segni dell'operazione di *"fissaggio del soffitto"* sono stati individuati nel corso della campagna conoscitiva per il presente progetto e verranno descritti nel Paragrafo 4.1.

In una foto pubblicata<sup>15</sup> sempre da Lionello Puppi del **1980** ca. si vedono inoltre 4 piccoli lampadari sospesi al soffitto della Sala oltre il lampadario centrale, che sono stati rimossi allo stato attuale; dall'analisi visiva, sia dall'ipografia del plafone sia dal sottotetto sono stati individuati i fori di uscita dei cavi dei lampadari, posti in corrispondenza del centro di alcuni fiori della decorazione degli stucchi dorati.

<sup>13</sup> Marisa Macchietto, *Note a margine degli interventi di riqualificazione funzionale e architettonica dello Stabilimento Pedrocchi (1994-1999)*, op. cit., p. 203.

<sup>14</sup> Lionello Puppi, *Stabilità e instabilità di uno "Stabilimento". Il lungo sogno, e gli incubi, di uno spazio per la società civile*, op. cit., p. 177.

<sup>15</sup> Tratta da L. Puppi, *Il Caffè Pedrocchi di Padova*, op. cit., Tav. 145.

## 2.5. MODIFICHE DEL NOVECENTO: IL CONSOLIDAMENTO DELLA COPERTURA

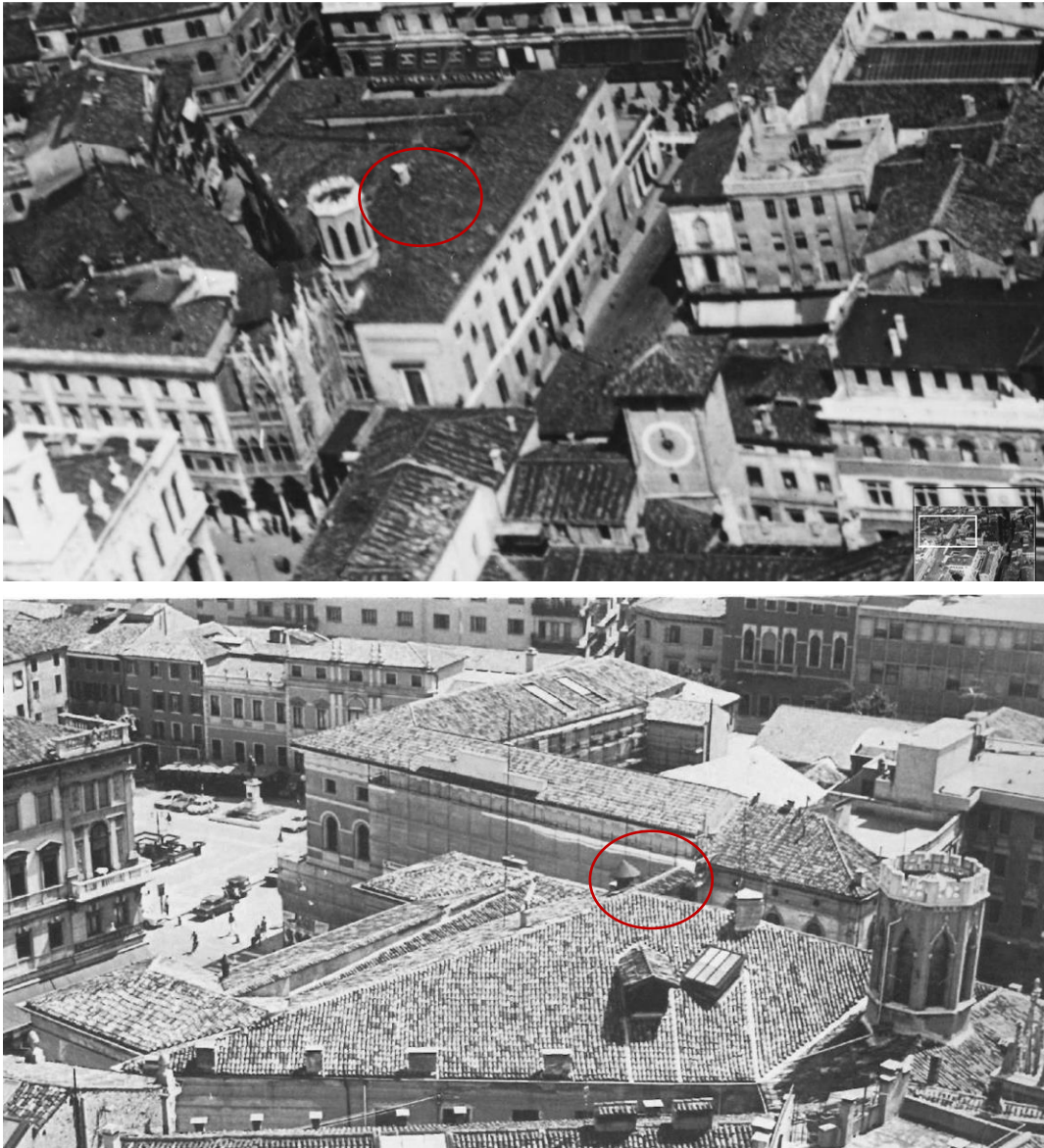


Figure 3 – 1934, immagine delle coperture.

Poche sono le documentazioni fotografiche della copertura. Dal confronto però di una foto aerea del 1934 con quella del 1980 ca, si può notare che l'abbaino sulla Sala Rossini è stato costruito tra il **1934** e il **1980** e che non è nato con l'edificio ottocentesco (Figure 3).

La rappresentazione del piano del sottotetto nel **1992** è pressoché fedele alla situazione attuale e deriva dal cosiddetto *Progetto Verdi*, di cui però si è in possesso solo dello stato di fatto attraverso la tavola denominata:

Tav. 27 “Stabilimento Pedrocchi – Rilievo. Pianta sottotetto zona est”<sup>16</sup>: la planimetria riporta l’orditura dei puntoni e delle terzere delle falde, nonché i muricci laterali e il posizionamento delle capriate del tetto e delle capriate di sostegno del plafone della Rossini.

Dalla sua costruzione al 1992 la copertura ha subito sicuramente numerosi interventi manutentivi, dei quali si segnala però il più recente nella zona di interesse.

Negli **anni 2006-2007** è stato infatti eseguito un *Intervento di restauro strutturale - I Stralcio, Il Lotto* sulle aree di copertura dei propilei del fabbricato verso la piazzetta Pedrocchi (su Scalone d’ingresso e Sala Egizia) e dell’area centrale (sulla Sala Rossini).

I lavori hanno previsto un intervento di ancoraggio delle capriate alla muratura e il ripristino delle capriate di copertura con protesi lignea per le teste di trave, cuciture metalliche e/o sostituzione integrale di alcuni elementi. Nel progetto è stato inserito un rilievo dello stato di fatto del sottotetto della Sala Rossini che comprende le capriate a sostegno del plafone, molto utile per il confronto dei dati di allora con la restituzione grafica attuale; in una nota a margine delle tavole si dice che la parte inferiore delle capriate non è indagabile “per presenza di impianti e/o coibentazione sciolta”, come appare in effetti allo stato attuale.

---

<sup>16</sup> Archivio del Comune di Padova, Fondo Iconografico ex Edilizia Monumentale, cartella Rotolo Pedrocchi 6 (Tavole di progetto Verdi), Settembre 1992.

### 3. DESCRIZIONE GENERALE DELL'OGGETTO D'INTERVENTO

#### 3.1. INDAGINI SVOLTE

Per le indagini svolte si rimanda alla APPR\_OA\_01\_Relazione Tecnica Generale

#### 3.2. DESCRIZIONE GENERALE DEL SOTTOTETTO

Il sistema di copertura della **Sala Rossini** è costituito da un complesso sistema di orditure lignee che combina elementi principali di capriate, puntoni e catene, integrati da strutture secondarie di supporto e sospensione del plafone e del lampadario.

Nella fattispecie, nel sottotetto si incontra un sistema ligneo articolato su due livelli strutturali distinti e strutturalmente indipendenti:

1. Un sistema superiore di capriate principali dedicate al sostegno del manto di copertura;
2. un sistema inferiore costituito da due capriate secondarie che hanno la sola funzione di sospendere il plafone incannucciato.

Oltre a questi due sistemi sono presenti altri elementi:

1. piattaforma di accesso;
2. scala di accesso alla copertura attraverso l'abbaino;
3. canna fumaria del lampadario a gas e sistema di aspirazione.
4. struttura ad argano del lampadario a gas.

##### 3.2.1. Descrizione sistema di copertura

Nel loro complesso, le orditure lignee presenti nel sottotetto sono il risultato di molteplici interventi di rinforzo che hanno via via modificato e riadattato gli schemi principali con l'introduzione di elementi di puntellamento, supporto e consolidamento locale anche in funzione di evoluzioni dello stato di conservazione delle membrature medesime.

In corrispondenza della Sala Rossini si hanno tre incavallature dissimmetriche particolarmente complesse che costituiscono la struttura portante primaria della copertura (denominate CP5, CP6 e CP8). Queste sono disposte parallelamente all'asse maggiore della sala.

Le capriate, realizzate in legno massiccio, sono diverse geometricamente a seconda dell'andamento delle falde della copertura; sono con schema a incavallatura semplice con monaco centrale, saette e puntoni collegati tramite incastri e chiodature, rinforzati da fasciature metalliche ai nodi principali.

La specie legnosa non è stata determinata in assenza di indagini specifiche, ma le caratteristiche morfologiche e la tessitura delle superfici lasciano presumere un'essenza tenera comunemente impiegata nelle strutture ottocentesche padovane (probabilmente conifera).

L'**incavallatura CP8**, documentata alla Tavola APPR\_OS\_TAV.28\_Stato Progetto dello stato di fatto realizzate in occasione dei lavori di consolidamento del 2007 (Figure 4) costituisce una delle principali strutture lignee della copertura della Sala Rossini.

È una **capriata di grande luce (ca. 14,80 cm)**, realizzata con **catena lignea composta in due elementi** uniti da **giunto a Dardo di Giove** (non direttamente ispezionabile per la presenza del tavolato di calpestio superiore).

La struttura attuale presenta **puntoni principali accoppiati** mediante **fasciature metalliche** e **puntoni secondari** di diversa inclinazione che completano il sistema di incavallatura.

Il **monaco centrale** e colonnelli (monaci secondari) e **modiglioni terminali**, in appoggio sui muri portanti perimetrali su cui si appoggiano e connettono il sistema di puntoni e catene; sono integrati da **cunei lignei di compensazione** e **fasciature metalliche di rinforzo**.

Sopra la capriata si impostano le **orditure secondarie e terziarie** in legno, costituite da travi di collegamento e correntini di ridotte dimensioni (ca. 7x7 cm con interasse 30 cm), che sorreggono lo scempiato di mezzane in laterizio (visibile in intradosso) e il **manto in laterizio** (probabilmente costituito da coppi). In questa sede non è stato possibile definire la stratigrafia del manto di copertura che potrebbe essere composta anche da ulteriore strato di allettamento e impermeabilizzazione, aggiunta in occasione di interventi di rifacimento più recenti.

Dal rilievo realizzato oggi con tecnologia laser scanner, è stata messa in luce una deformazione della catena che presenta una freccia in mezzeria pari a ca. 20/25 cm.

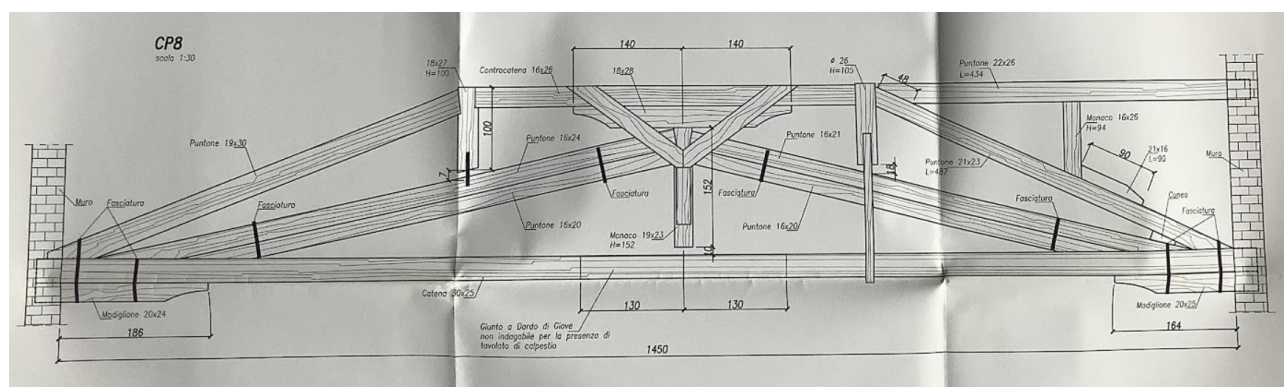


Figure 4 - Incavallatura CP8 - Stato di fatto. Estratto tavola R08 dell’Intervento di restauro strutturale 2007, fonte: Archivio SABAP Venezia.

Le **capriate CP6 e CP5** appartengono sempre al sistema principale di copertura della Sala Rossini, e sono collocate in una posizione in cui la **quota del colmo risulta più elevata** rispetto a quella della CP8. Pur mantenendo la medesima impostazione costruttiva — con **catena lignea inferiore, puntoni, monaco e saette** — queste presentano una **geometria più sviluppata in altezza**, determinata dall’andamento del tetto e dal maggior dislivello delle falde in corrispondenza di questo tratto dell’edificio.

Nel complesso, la CP6 e la CP5 svolgono la stessa funzione strutturale della CP8 — cioè quella di **sostenere l’orditura secondaria del tetto e il manto di copertura** — ma con un’**impostazione geometrica più slanciata**, coerente con la variazione altimetrica del sistema di falde.

L’**altezza interna della copertura** è molto variabile in quanto è composta da un insieme di falde che si intersecano in un sistema particolarmente complesso. Considerando l’altezza da sotto i correnti al punto di imposta del modiglione si passa da una altezza di 80 cm ca. in corrispondenza della gronda, ad una altezza di 350/370 cm circa sul colmo. La **pendenza media delle falde** visibili nelle sez. A-A e B-B rappresentate in Tavola APPR\_OS\_TAV.28\_Stato Progetto corrisponde a **circa il 40%**.

In corrispondenza del tratto di muratura tra la Sala Rossini e la Sala Egizia, la quota della copertura varia per

raccordarsi in funzione del colmo della Sala Egizia. La muratura di confine non segue l'andamento della copertura sovrastante: pertanto nel sottotetto è visibile un **muriccio** ove la differenza di imposte dei puntoni o travi di colmo viene colmata mediante l'inserimenti di cunei, colonnini lignei e dormienti con funzione di distanziali. In questo muriccio si innestano teste delle incavallature CP8 e CP9.

Come già citato, nel 2007 le strutture componenti la copertura in quest'area sono state sottoposte ad un "*Intervento di Restauro strutturale*". Oggi sono visibili le integrazioni quali **cunei lignei, fasciature metalliche di rinforzo**, accoppiamenti di nuove travi lignee su saette e puntoni e **profilati metallici** (Figure 5).



Figure 5 - Incavallatura CP5 – interventi di restauro strutturale del 2007.

La **valutazione del sistema di copertura non è pertanto oggetto del presente progetto** e viene qui descritto per completezza a scopo illustrativo, ovvero per avere una maggiore comprensione dello stato dei luoghi; l'approfondimento conoscitivo è finalizzato esclusivamente alla valutazione del sistema componente il plafone e le strutture di sostegno, alla valutazione di eventuali interferenze con il sistema delle coperture e la valutazione dello stato conservativo.

La **piattaforma di accesso** collega alla **scala da mugnaio** e a sua volta consente l'uscita in copertura mediante un abbaino. La scala all'abbaino è rappresentata già nella pianta del sottotetto del cosiddetto *Progetto Verdi* del 1992, sebbene non si abbiano informazioni, eccetto che la sua realizzazione sia stata successiva al 1934. La "*passerella*" è composta da un tavolato posto su dei morali che poggiano direttamente sulle catene delle capriate della copertura e sembra oggi lievemente modificata rispetto al 1992; si ipotizza che abbia subito interventi di adeguamento per l'esecuzione dei lavori del 2007.

### **3.2.2. Descrizione sistema di sostegno del controsoffitto in canniccio**

Il **sistema di sostegno del controsoffitto della Sala Rossini** costituisce un sistema costruttivo sospeso, concepito per sostenere il **plafone in incannucciato e intonaco decorato** visibile dall'ambiente sottostante.

L'insieme delle strutture lignee che lo compongono forma un **sistema complesso di sospensione**, ancorato a due capriate lignee (CP7 e CP9) collocate tra le principali capriate di copertura (CP6 e CP8).

Le **capriate CP7 e CP9**, come già detto, costituiscono una **struttura indipendente** dedicata nella configurazione attuale esclusivamente al **sostegno del plafone incannucciato** della Sala Rossini e degli apparati ad esso collegati, ossia il **lampadario storico, il suo argano** e la **canna fumaria** dell'originario sistema di illuminazione a gas.

Queste capriate sono composte di elementi di minore sezione ma luce analoga alle incavallature CP8 e CP6 e non partecipano al sostegno diretto del manto di copertura.

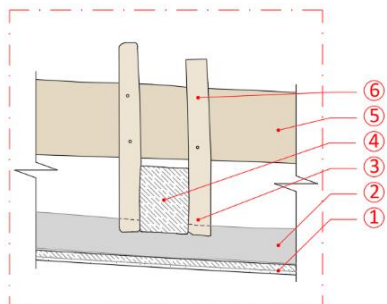
Dall'analisi visiva delle stesse è possibile notare inoltre la presenza di segni di vecchie "**tacche**" di connessione di elementi lignei sulle capriate che danno da pensare che alcune delle travi siano probabilmente di riuso, e che siano state riadattate al sistema di sospensione attuale ovvero derivanti dalle costruzioni precedentemente esistenti nell'isolato e riutilizzate da G. Bisacco per la prima versione del Caffè Pedrocchi, il quale sia per Bisacco che per Jappelli venne realizzato utilizzando strutture preesistenti (Figure 6).









Figure 6 - Tacche visibili nell'orditura primaria del plafone



Figure 7 - A sinistra l'incavallatura CP5, il foro di aspirazione dei fumi del lampadario del palchetto ad esedra della Sala Rossini: emerge dal plafone la punta della capriata a sostegno del sipario del palchetto della Sala Rossini.



ELEMENTI		
1	Plafone	
2	Travetti plafone II° ordine	
3	Pendini	
4	Travetti plafone I° ordine	
5	Catena della capriata	
6	Chiodature	

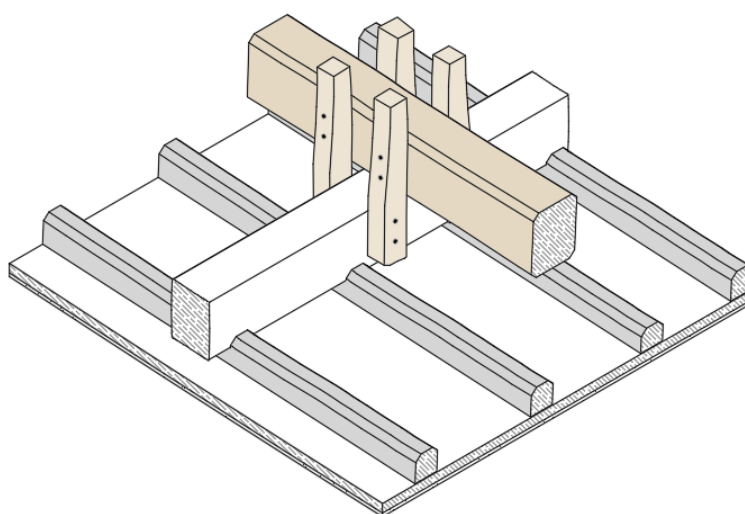


Figure 8 - Dettaglio rappresentante il sistema di strutture componenti il controsoffitto e sistema di pendinature.

Il sistema si compone di più livelli:

- 1. Il plafone** – Il controsoffitto della Sala Rossini realizzato con la tecnica detta "camorcanna" o "in cannucciato" chiodato dal basso prima dell'applicazione dello strato d'intonaco ai travetti costituenti l'orditura di II° ordine del plafone (2). Questo strato costituisce il supporto diretto dell'apparato decorativo dipinto con elementi a stucco visibile dalla Sala Rossini. In questa fase non è stato possibile effettuare saggi sullo stesso che avrebbero consentito un maggiore approfondimento dello stato di conoscenza. Dal rilievo effettuato mediante laser scanner è stato però possibile stabilire lo **spessore medio di ca. 4 cm.**
- 2. Orditura secondaria (II° ordine)** - Composta da travetti lignei di sezione ridotta 7x10 cm, disposti ortogonalmente alla prima orditura e con interasse regolare ( $\approx 38-40$  cm). Ogni travetto presenta un piccolo scasso in corrispondenza dei punti di contatto con le travi principali (I° ordine), che consente di regolarizzare lo spessore e di compensare le irregolarità del legno, fissandola alle travi probabilmente sempre mediante inchiodatura. Inseriti tra i travicelli e apparentemente coevi, sono inseriti n. 4 elementi circolari disposti in maniera simmetrica rispetto alla stanza ma la loro natura rimane oggi ignota (Figure 11). Si può supporre possano essere state predisposizioni volte ad

accogliere sistemi di illuminazione minori di cui però non si ha traccia alcuna. In un'immagine risalente agli anni '80 si intravede in effetti un ulteriore impianto di illuminazione secondario la cui posizione però non corrisponde a quella di questi elementi lignei circolari. A riprova di quanto detto, dalle ispezioni del sottotetto è infatti stato possibile vedere quello che si pensa potessero essere i fori praticati per il passaggio dell'impianto visibile negli anni '80 (Figure 10).

### 3. Orditura primaria (1° ordine)

L'orditura primaria è formata da **travi principali** di sezione maggiore (ciascuna diversa con media nell'ordine di 15x30 cm circa) e passo ampio di 2,15 m, giuntate per lo più con il sistema a Dardo di Giove (Figure 9), orientate ortogonalmente alle capriate.

Queste travi sono **pendinate direttamente alle catene** delle capriate CP7 e CP9 mediante quattro listelli verticali lignei fissati con chiodi, che assicurano la sospensione e la regolarità del plafone.



Figure 9 - Travi principali del sottotetto giuntate con sistema a Dardo di Giove; presenza di "tacche" sulla trave.



Figure 10 - Probabile perforazione per alloggiamento del sistema di illuminazione visibile nelle foto degli anni '80.



Figure 11 - Presenza di elemento ligneo a forma circolare appartenente al sistema del secondo ordine di travicelli a sostegno del plafone.

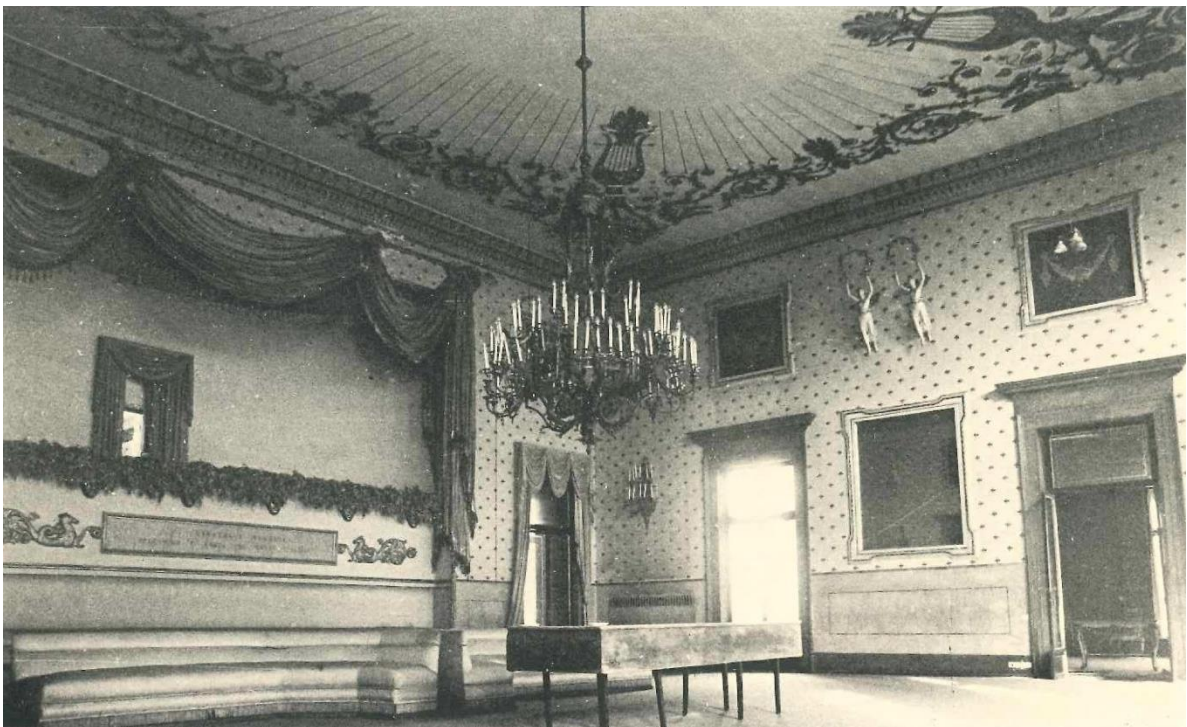


Figure 12 - 1980 ca., Sala Rossini. Tratto da: Lionello Puppi, Il Caffè Pedrocchi di Padova, tav. 145.

#### 4. Sistema di pendinatura del plafone

Il sistema di **pendinatura** costituisce il dispositivo strutturale mediante il quale l'intero plafone viene sospeso alle capriate CP7 e CP9.

Come illustrato negli schemi assometrici di (Figure 8), esso è formato da **listelli lignei verticali di piccola sezione**, disposti in corrispondenza delle **catene delle capriate** e collegati tramite **chiodature** alle travi principali dell'orditura del controsoffitto (Figure 13).

Ogni pendinatura collega:

- nella parte **superiore**, la **catena** della capriata, che di regola dovrebbe funzionare come elemento di trazione principale;
- nella parte **inferiore**, la **trave dell'orditura primaria** del plafone (I° ordine).

Le pendinature sono generalmente quattro per ciascuna intersezione tra catena e orditura primaria del controsoffitto.

Questo sistema consente di **trasferire i carichi del plafone** direttamente alle catene e successivamente dalle catene ai puntoni grazie ad altri elementi lignei aventi funzione di tirantatura.

La semplicità di questo sistema garantisce la stabilità del plafone e la possibilità di assorbire piccole deformazioni elastiche delle capriate, evitando il trasferimento diretto di sforzi all'apparato decorativo in cannucciato.



Figure 13 - Sistema di pendinatura.

## 5. Capriate CP7 e CP9

Le capriate CP7 (Figure 14) e CP9 costituiscono la **struttura lignea principale** destinata al **sostegno del plafone incannucciato** della Sala Rossini e degli elementi sospesi ad esso collegati, quali il **lampadario centrale, l'argano** e la relativa **canna fumaria** (Figure 15).

Come già detto sono posizionate tra le capriate principali di copertura (CP6 e CP8) e non partecipano al sostegno diretto del manto, ma svolgono esclusivamente una **funzione di sospensione interna**.

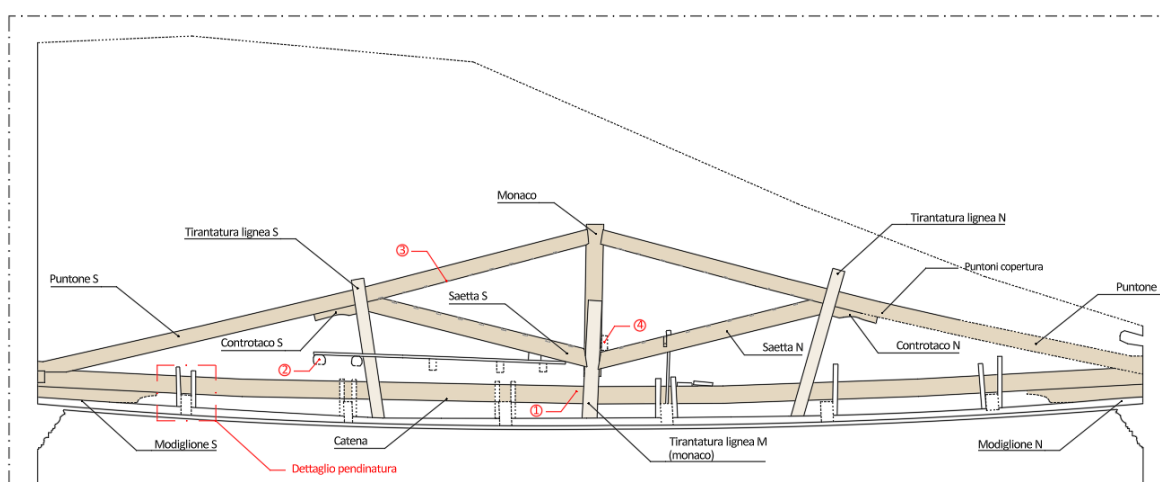


Figure 14 - Rilievo della Capriata CP7

Entrambe le capriate presentano originalmente uno **schema tradizionale a capriata semplice**, con mensoloni o modiglioni, **catena**, **puntoni**, **saette** e **monaco centrale** a cui sono stati aggiunti in un secondo tempo elementi di collegamento verticale tra i nodi puntoni - catena e monaco - catena: le **catene** sono collegate ai puntoni e al monaco tramite **incastri, chiodature e fasciature metalliche** e in corrispondenza dei nodi principali sono presenti **tirantature aggiuntive**, costituite da listelli lignei disposti diagonalmente, che hanno la funzione di ridurre la deformazione della catena. Non risulta chiaro se questi elementi aggiuntivi siano stati integrati in fase costruttiva, o come più probabile a seguito della inflessione delle due catene successivamente alla messa in opera.

La catena di C7 è composta da elementi collegati con incastro a dardo di giove anche se non è stato possibile l'osservazione completa, perché coperta dall'assito di calpestio; si vede comunque l'inizio di un collegamento, nella zona scoperta fra nodo puntone - catena e monaco - catena. Per la C9 si ipotizza un sistema simile di costruzione con la presenza sulla catena di collegamenti a dardo di giove, ma l'osservazione della catena è impedita dalla sua attuale posizione che non la rende accessibile. Anche la catena di C9 risulta molto inflessa, sebbene non sembrano presenti i segni di degrado descritti per C7.

Su C7 sono presenti e osservabili segnali di degrado grave della struttura, come l'allontanamento della saetta sinistra nel nodo saetta - puntone e nel nodo saetta - monaco, denunciando uno scivolamento del puntone sinistro e l'inflessione della catena che presenta una freccia di 25 cm. Verificato che i due nodi puntone - catena e i relativi incastri non sembrano fratturati, si ipotizza una probabile sconnessione con scivolamento

del collegamento a dardo di giove della catena, il quale scorrendo ha causato l'inflessione e l'allontanamento della saetta. Gli elementi di collegamento verticale fra puntoni - catena e monaco - catena contrastano solo parzialmente questo cedimento.

In conclusione il sistema di pendinatura alle catene delle due capriate risulta insufficiente a sostenere i carichi applicati a causa delle sezioni ridotte degli elementi originali e particolarmente preoccupante è la situazione della capriata C7.

La loro configurazione e lo stato attuale di conservazione le rendono inadatte alla funzione di sostegno del controsoffitto: nel caso specifico i carichi del plafone sono collegati principalmente alle catene C7 e C9, quindi queste diventano elementi sollecitati a flessione per carichi verticali ed a peggiorarne ulteriormente la efficienza per questo scopo si aggiunge lo stato di conservazione mediocre degli elementi, che riduce ulteriormente le sezioni resistenti residue.

## 6. Sospensione del lampadario e della canna fumaria

Tra le due capriate CP7 e CP9 si colloca la **trave di sostegno del lampadario**, posta trasversalmente in appoggio tra il **monaco** e una **saetta**.

Il sistema comprende anche la **canna fumaria metallica** dell'antico impianto a gas e un **argano di manovra** per l'abbassamento del lampadario, entrambi integrati nel sottotetto e indipendenti dal plafone decorato. La disposizione di questi elementi conferma la funzione esclusiva di CP7 e CP9 come **capriate di servizio**, dedicate alla sospensione degli apparati interni oggi in disuso (Figure 15).



Figure 15 - A Sx la canna fumaria per lo sfiato dei fumi dell'antico lampadario alimentato a gas e la trave a sostegno del lampadario che poggia direttamente tra monaco e saetta. Sotto la canna fumaria si intravede la griglia di areazione con forma a rosone ove, al centro, è posizionato il lampadario; a Dx l'argano di sollevamento del lampadario

### 3.3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SOSTEGNO DEL SIPARIO DEL PALCOSCENICO

La struttura del sipario si compone da una serie di assi (oggi particolarmente deformate e parzialmente sostituite) (Figure 16) sorrette da una capriata non visibile perché celata dal controsoffitto del palcoscenico che si imposta ad una quota più bassa rispetto al soffitto decorato del salone principale. La presenza di questa capriata è denunciata dall'emergenza della sua parte sommitale plafone in prossimità della carpiata CP5 (Figure 7, Figure 17).

Si può dedurre che, analogamente al plafone, il sistema del sipario si ancori al tirante di questa capriata. Il controsoffitto del palcoscenico potrebbe essere sorretto da travicelli posti tra il muro e la capriata in questione, sempre in appoggio sulla catena o esser stato pendinato, a sua volta, al plafone (Figure 16).



Figure 16 - Il retro del sipario del palcoscenico con il sistema originale ad assi (a sx) e successivi pannelli di integrazione successiva (a dx) e probabile ancoraggio sommitale alla capriata



Figure 17 - A sx la sommità della capriata a sostegno del sipario del palcoscenico; al centro il foro di areazione dell'antico impianto di illuminazione a gas del palcoscenico

### 3.4. DESCRIZIONE DEL SOLAIO INTERPIANO

Il **solaio interpiano** della Sala Rossini, è documentato negli elaborati di progetto databili agli anni 1951-52, riportati nella Tavola *APPR\_OS\_TAV.28\_Stato Progetto*. Il risultato dell'intervento realizzato nei primi anni Cinquanta, fu la sostituzione dell'originaria struttura lignea ottocentesca e l'inserimento di profilati metallici NP, tavolati lignei e pannelli di *Eraclit* — testimonia l'approccio tecnico dell'epoca.

Il solaio è costituito da:

- una **orditura principale** formata da **travi in profilati metallici NP20**, disposte con passo regolare (50 cm) e impostate sulle **murature portanti** perimetrali ortogonalmente alla facciata;
- una **trave trasversale di irrigidimento**, composta da quattro **profili NP32 accoppiati**, collocata in corrispondenza della campata centrale ovvero in corrispondenza dell'asse dell'emiciclo del bar della

Sala Rossa sottostante la Rossini. I profili NP32 fungono da architrave di appoggio per i profili metallici in NP20;

- un **tavolato ligneo**, che costituisce il piano di appoggio del pacchetto solaio;
- uno **strato intermedio in Eraclit** (pannelli di lana di legno mineralizzata con cemento), utilizzato come elemento di alleggerimento e supporto;
- un **tavolato ligneo**, che costituisce il piano d'appoggio della pavimentazione;
- e infine il **pavimento in parquet**, visibile al piano nobile.

Questa composizione è esplicitamente riportata nella **“Orditura solaio interpiano – progetti di rifacimento del solaio 1951/52”** illustrata in Tavola APPR\_OS\_TAV.28\_Statto Progetto, dove sono indicati i diversi strati (Figure 18).

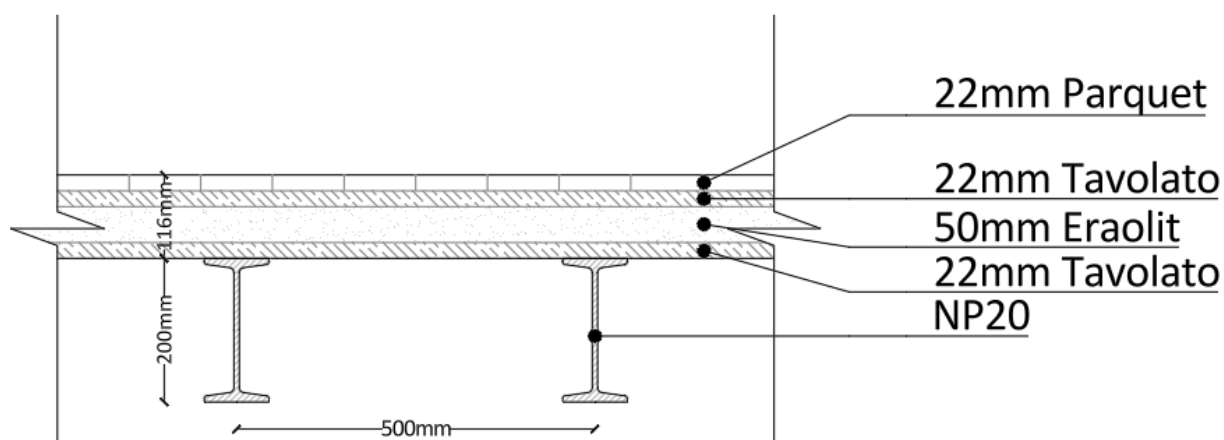


Figure 18 – Dettaglio della stratigrafia “tipo” del solaio interpiano riferiti ai disegni tecnici del 1951-52

## 4. ANALISI DELLO STATO ATTUALE

### 4.1. ANALISI DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DEL PLAFONE VISIBILE DALLA SALA ROSSINI

Il plafone presenta un quadro fessurativo particolarmente diffuso e capillare; dalla sovrapposizione del rilievo del quadro fessurativo con il rilievo degli elementi lignei costituenti la struttura di sostegno del plafone è emerso che le **lesioni per lo più seguono l'andamento delle orditure di secondo ordine**, mettendo inoltre in evidenza la presenza degli elementi lignei circolari posti tra i travicelli.

In corrispondenza delle lesioni sono inoltre evidenti le chiodature plausibilmente riconducibili agli interventi degli anni '50. L'operazione di *“fissaggio del soffitto”* non viene pedissequamente descritta ma dall'analisi

dello stato di fatto si presume di poter individuare l'intervento: dall'ingrandimento di foto di dettaglio fatte al plafone nel corso della campagna conoscitiva per il presente progetto, si vedono delle teste dei chiodi, tinteggiati di bianco come il soffitto. Tali chiodi sono stati infissi in corrispondenza dell'orditura secondaria dei travetti probabilmente proprio per fissare il cannicciato all'orditura e seguendo contemporaneamente l'andamento delle lesioni create nell'intonaco del controsoffitto.

Non avendo informazioni più dettagliate riguardo alle operazioni intraprese negli anni '50 e successivi, si possono avanzare due ipotesi principali:

1. negli anni '50 erano evidenti già le lesioni e l'intervento potrebbe essere stato eseguito soltanto mediante un consolidamento con inchiodatura/fissaggio ai travicelli sovrastanti seguendo l'andamento delle lesioni stesse (come è evidente nei sovrapposti) senza prevedere opere di stuccatura o sarcitura delle lesioni. In questa ipotesi, il quadro fessurativo visibile oggi corrisponderebbe a quello presente già negli anni '50;
2. gli interventi negli anni '50 hanno previsto la serie di operazioni sopra descritte ma con struccatura delle lesioni presenti. In questo caso, i quadri fessurativi possono dirsi "attivi" ovvero si sono riaperti nel tempo o in corrispondenza delle stesse lesioni o con formazione di nuove lesioni formatesi nei punti di maggior debolezza, ovvero lungo le inchiodature. Sappiamo che negli anni '80 furono eseguiti nuovi interventi di restauro sulla sala ma non conosciamo la natura; qualora in questa occasione fossero state stuccate le fessurazioni, con l'attuale quadro fessurativo ancor più verrebbe dimostrato l'aggravamento dei meccanismi che hanno affetto le strutture.

In entrambi i casi pare evidente che ormai da tempo il plafone è affetto da problematiche di tipo strutturale più o meno attive e che negli anni '50 con molta probabilità attribuivano le problematiche al sistema di ancoraggio del plafone ai travicelli.

In occasione delle indagini e del rilievo oggetto del presente progetto sono però emersi altri tipi di criticità. Il plafone ha subito un'ingente deformazione con una freccia nell'ordine di 20–25 cm, misurabile al centro della stanza ovvero del lampadario, su una luce di ca. 14,80 m analogamente a quella della catena delle capriate di sostegno.

Il quadro fessurativo è pertanto riconducibile all'effetto di tale deformazione più che a problemi di connessione tra elementi di supporto.

#### **4.2. ANALISI DELLO STATO DI CONSERVAZIONE NELLE STRUTTURE DEL SOTTOTETTO**

Il sistema di pendinatura non sembra presentare criticità evidenti sebbene una valutazione più dettagliata sarà possibile solo in fase di cantiere ossia con la possibilità di accesso sicuro e diretto alle strutture per verificare la tenuta dei sistemi di connessione e dello stato di degrado e ossidazione delle chiodature.

Merita invece soffermarsi sullo stato di conservazione delle capriate ed in particolar modo sulla catena di una delle due capriate ove è stata riscontrata una serie di criticità che di fatto determinano condizioni di grave insufficienza alle funzioni ad essa demandate.

Viene analizzato di seguito lo stato di conservazione della Capriata CP7, unica delle due direttamente

ispezionabile. La CP9 che presenta deformazioni analoghe è solo parzialmente visibile perché non raggiungibile e celata dall'antistante capriata CP8.

La capriata **CP7**, oggetto di ispezione diretta, costituisce uno degli elementi principali del sistema di sospensione del plafone della Sala Rossini.

La struttura, impostata su una luce di circa 14,80 m, presenta una **deformazione evidente della catena**, con una **freccia misurabile di circa 25 cm** in mezzeria e formata da elementi di sezione molto ridotta (17x23 cm la catena; due elementi accoppiati da 15x20 cm puntoni). L'insieme risulta visibilmente inflesso e deformato, con **disallineamenti nei nodi** e **modifiche geometriche** rispetto alla configurazione originaria.

#### **4.2.1. Configurazione e stato strutturale**

Il **nodo tra catena e puntone** lavora unicamente **per incastro ligneo**, in assenza di fasciature metalliche originarie di rinforzo.

In sede di rilievo diretto è stata **rilevato un degrado avanzato per deterioramento del dente d'innesto** tra la catena e uno dei puntoni, con conseguente perdita di ammorsamento e di efficacia del nodo.

Gli **incastri lignei** sono **laschi e disconnessi**, con **fessurazioni longitudinali** e **spostamenti evidenti** tra le superfici di contatto.

Il **monaco** risulta **parzialmente disceso**, mentre le **mensole di appoggio della catena** appaiono **incline** rispetto all'alloggiamento originario, seguendo la curvatura dell'elemento inferiore. Nel complesso, la capriata manifesta una **perdita di continuità meccanica**, un **collasso progressivo delle connessioni tradizionali e forti deformazioni degli elementi lignei**.

#### **4.2.2. Alterazioni e interventi successivi**

Il sistema attuale è il risultato di **modifiche eseguite nel corso del Novecento**; ad ogni modo l'intero **plafone e le orditure secondarie** sono stati **appesi direttamente alla catena** della capriata. Questa scelta ha costretto la catena, solitamente destinata a lavorare a trazione, a sostenere **carichi verticali per flessione**, in modo **non conforme al suo principio statico originario**.

Per compensare parzialmente tale anomalia furono aggiunti **tiranti lignei diagonali**, con l'intento di trasferire parte dei carichi ai puntoni, ma oggi risultano **completamente allentati e inefficaci**, mantenuti solo da **chiodature secondarie** prive di funzione portante.

In alcuni punti sono state applicate **fasciature metalliche di contenimento**, eseguite successivamente, probabilmente per limitare l'apertura delle fessurazioni radiali degli elementi lignei; tali interventi non hanno tuttavia garantito il ripristino della capacità resistente.

Tra le due capriate **CP7 e CP9** è collocata una **trave lignea trasversale**, appoggiata tra il monaco e la saetta di ciascuna capriata, alla quale è **appeso il lampadario della Sala Rossini**.

Questo elemento aggiuntivo ha introdotto **carichi concentrati in un nodo strutturale solitamente non chiamato a riceverli**, accentuando le deformazioni già presenti e aggravando il comportamento complessivo del sistema.

#### **4.2.3. Condizioni materiche e degrado**

Il materiale ligneo appare **di riuso**, con caratteristiche non omogenee e presenza di **fessurazioni radiali e superficiali**.

Si riconoscono **erosioni profonde, distacchi di fibre e fessurazioni radiali** estese lungo le superfici, coerenti con fenomeni di perdita di consistenza e resistenza del legno; l'**alburno della catena** presenta **degrado diffuso per attacco xilofago**, con **perdita di consistenza e riduzione della sezione resistente degli elementi di circa 1–2 cm** (Figure 19, Figure 20).

Tale degrado ha comportato una **diminuzione significativa delle caratteristiche meccaniche del legno**, riducendo la capacità dell'elemento di assorbire sforzi di trazione e flessione. Anche i puntoni e le saette mostrano **attacchi biologici diffusi e degrado superficiale**, sebbene in misura minore rispetto alla catena. Le **chiodature** e le **fasciature metalliche** risultano **ossidate, deformate e parzialmente estruse**, con perdita di aderenza al supporto ligneo.

#### **4.2.4. Valutazione e considerazioni finali**

La capriata **CP7** presenta un quadro di **compromissione strutturale avanzata**, dovuto a:

- perdita di efficacia dei nodi e degli incastri lignei;
- degradazione biologica e perdita di consistenza meccanica del legno;
- modifiche geometriche e rinzeppature locali;
- deformazione permanente della catena, dei puntoni e discesa del monaco;
- carichi aggiuntivi derivanti dal plafone e dal lampadario;
- inefficacia dei tiranti lignei e delle fasciature di contenimento.

La **perdita di capacità prestazionale dell'elemento inferiore della capriata** è causa della **importante inflessione della catena** cui sono appese le orditure secondarie del plafone oltreché dei puntoni della capriata stessa con la **conseguente deformazione indotta anche al plafone medesimo**.

### **4.3. VALUTAZIONE DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLE STRUTTURE MURARIE VERTICALI**

Sulle pareti sud e nord, ove poggiano le teste delle capriate CP8 e CP9, è presente un quadro fessurativo riconducibile per lo più a fenomeni di cedimento delle strutture sottostanti, in particolare potrebbe essere ricondotto a problemi di cedimento dell'architrave che separa la Sala Rossa dalla Sala Bianca<sup>17</sup>, nonché del solaio interpiano, i quali sono stati oggetto di consolidamento e sostituzione durante gli interventi degli anni '50.

---

<sup>17</sup> Resoconto del dott. Michelangelo Muraro della Soprintendenza ai Monumenti Medievali e Moderni di Venezia: Archivio SABAP Città metropolitana di Venezia, Padova-città, b. A17, docc. 1950 (19 maggio 1950) "SALA BIANCA: In un primo momento pareva necessario provvedere alla sostituzione degli stipiti di accesso alla Sala Rossa. Si è invece provveduto a rinforzare il marmo lesionato con dei tiranti fissati al volto superiore"

Tali problematiche possono essere riconducibili anche ad eventuali problemi di cedimento fondazionale. Ad ogni modo, sarebbe auspicabile demandare tali valutazioni ad un'analisi di vulnerabilità sismica che prenda in considerazione l'intero complesso monumentale.



Figure 19 – A sx attacco xilofagi del materiale ligneo; a dx nodo tra puntone e catena CP7 lato sud



Figure 20 - deterioramento dell'alburno nella catena della capriata CP7

## 5. PREMESSE PROGETTUALI E MOTIVAZIONI DELLE SCELTE

Le analisi conoscitive e i rilievi condotti sul sistema del soffitto della Sala Rossini hanno evidenziato un quadro strutturale fortemente compromesso, con **deformazioni permanenti delle capriate CP7 e CP9** e conseguenti cedimenti del sistema di sospensione del plafone.

Le verifiche effettuate hanno dimostrato che **le lesioni del soffitto non sono imputabili alle connessioni interne del cannucciato** (o quantomeno non solo), bensì ad **una perdita di efficienza del sistema di sospensione e delle capriate di sostegno**, con conseguente trasmissione di deformazioni al controsoffitto.

Durante la fase di studio sono state valutate differenti soluzioni di intervento, tra cui il **consolidamento in estradosso del plafone** mediante **fasciature con materiali compositi** (fibre di vetro, carbonio o basalto) e malte minerali o resinose.

Tale tipologia d'intervento è risultata **non risolutiva** per le seguenti ragioni:

- **assenza di efficacia strutturale:** il dissesto ha origine nelle capriate, non nel cannucciato; intervenire in estradosso non eliminerebbe la causa principale della deformazione;
- **incompatibilità materica e meccanica:** i materiali compositi presentano moduli elastici di molto superiori a quelli del sistema in gesso e cannucciato generando differenze di deformabilità e quindi potenziali tensioni di interfaccia con formazione di nuove fessurazioni;
- **incremento di peso proprio:** le fasciature e le malte aumenterebbero i carichi permanenti sul plafone, aggravando la deformazione delle strutture lignee di sospensione;
- **scarsa reversibilità e traspirabilità:** le resine e le fibre renderebbero il sistema non ispezionabile, non traspirante e difficilmente reversibile, in contrasto con i principi di compatibilità e minimo intervento (*Linee guida MiBACT 2011; Raccomandazioni NORMAL 1/88*).

Alla luce di queste considerazioni, l'intervento di consolidamento superficiale non sarebbe risolutivo né coerente con la natura storica e materica dell'edificio.

Stante le conoscenze maturate nel corso dei vari sopralluoghi si ritiene che:

- **la capriata CP7**, ed in particolare la catena, desta in uno stato critico presentando notevoli deformazioni permanenti con perdita della sezione resistente. Il suo stato conservativo non la rende più idonea ad assolvere la funzione portante di supporto del plafone e del lampadario compatibilmente con i requisiti di sicurezza e durabilità richiesti.
- **la capriata CP9** ad una prima analisi, appare meglio conservata, sebbene le deformazioni in essere e le ridotte sezioni degli elementi suggeriscano un aggravio eccessivo nello svolgimento delle proprie funzioni di sostegno.

Ad ogni modo le due capriate rappresentano una testimonianza storica del sistema costruttivo originario e/o storicizzato.

A questo scopo si ritiene necessario il mantenimento in opera delle stesse, compatibilmente con le necessità tecniche di accessibilità e movimentazione durante lo svolgimento delle opere di restauro e lavorazioni in

sicurezza: in particolare si procederà con il “restauro delle superfici” e dei nodi della capriata CP7 sgravandola dei carichi e pertanto sollevandola dalla sua funzione portante e quindi funzionale, mentre per la capriata CP9 si prevede un restauro e consolidamento e la riduzione dei carichi ad essa demandati grazie all’inserimento di n.5 nuove travi metalliche che assolveranno il compito di supportare il plafone e il lampadario.

A questo quadro si aggiunge la presenza nel sottotetto di numerosi **pesi non strutturali** (impianti obsoleti, tavolati sciolti, resti di precedenti restauri, depositi incoerenti) che contribuiscono negativamente alle condizioni statiche complessive e dovranno essere rimossi.

## **5.1. CRITERI GENERALI E PRIORITÀ D’INTERVENTO**

L’obiettivo primario dell’intervento è quello di **garantire la stabilità e la sicurezza del sistema del plafone**, assicurando il mantenimento dell’apparato decorativo e la fruibilità della Sala Rossini. La situazione attuale, caratterizzata da deformazioni rilevanti e da perdita di capacità portante, comporta un **rischio potenziale di inagibilità del locale**, con pericolo per l’integrità dell’opera e per la sicurezza dei fruitori.

La strategia progettuale è stata pertanto orientata verso **un intervento di tipo strutturale**, mirato all’inserimento di elementi con funzioni di supporto e alleggerimento dell’attuale impianto ligneo.

Vista l’estrema difficoltà ad accedere al sottotetto, gli interventi progettati sono stati pensati in modo da ridurre al minimo gli ingombri e i pesi delle singole componenti, al fine di facilitarne la movimentazione e il successivo assemblaggio in spazi particolarmente angusti.

La realizzazione degli interventi progettati prevede, inoltre, il puntellamento del plafone durante tutte le fasi costruttive.

Nella consapevolezza che anche dopo l’intervento, **non potrà essere esclusa la formazione di nuove microfessurazioni** nel tempo, dovute all’assestamento del sistema e alla presenza delle chiodature storiche degli anni ’50 del controsoffitto, si è specificatamente prevista l’adozione di un sistema di sospensione delle travi del plafone di tipo “a molla”, che permetterà di contenere la variazione del carico nei pendini, come descritto nei successivi paragrafi.

Si prevedono inoltre operazioni “contenitive” mediante il preconsolidamento delle superfici decorate mediante bendaggio, prima dell’inizio dei lavori in estradosso, rimandando le operazioni di restauro del controsoffitto all’ultima fase di cantiere in modo da lasciare il tempo alle strutture di assestarsi. In tutta questa fase il soffitto sarà puntellato per garantire le operazioni in sicurezza.

### **5.1.1. Accorgimenti per le murature e distribuzione dei carichi**

Per non aggravare il quadro fessurativo presente sulle murature verticali delle pareti sud e nord, pur non essendo esso stesso riconducibile direttamente a fenomeni di schiacciamento dovuti ai carichi puntuali delle capriate, si è ritenuto opportuno adottare **accorgimenti costruttivi locali di ripartizione dei carichi**, al fine di limitare eventuali aggravamenti della situazione tramite una **distribuzione più omogenea delle pressioni**.

Il **peso aggiuntivo introdotto dal nuovo sistema metallico** è da reputare **trascurabile** rispetto al peso totale della copertura e del sistema di sostegno originario, risultando pertanto **non significativo ai fini della**

**sicurezza delle murature.**

L'intervento si sviluppa dunque secondo i seguenti principi guida:

1. **stabilità strutturale** e sicurezza complessiva del sistema;
2. **alleggerimento e riduzione dei carichi sospesi**;
3. **compatibilità materica e reversibilità** delle nuove opere;
4. **preservazione del plafone storico** e delle finiture decorate;
5. **ispezionabilità e manutenibilità** del nuovo sistema di sospensione.

## 6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di seguito descritti fanno riferimento ai seguenti elaborati grafici:

- APPR\_OS\_TAV.28\_Stato Progetto
- APPR\_OS\_TAV.29\_Esecutivi
- APPR\_OS\_TAV.30\_Stato Sovrapposto

### 6.1. OPERE PRELIMINARI

L'intervento di salvaguardia del plafone prevede sostanzialmente la sostituzione delle due attuali capriate principali e l'introduzione di altrettanti elementi in acciaio, successivamente descritti. Il lampadario, supportato dalle capriate, sarà temporaneamente **calato a terra**, per essere poi **riappeso alle nuove strutture metalliche**.

L'intervento, che si pone anche l'obiettivo di "alleggerire" il plafone dai carichi superflui, prevede pertanto anche le seguenti operazioni preliminari:

- **eliminazione di materiali non strutturali** presenti nel sottotetto (tavolati, residui di restauri precedenti, impianti dismessi, depositi incoerenti) vd. Figure 21 - Presenza di impianti;
- rimozione di elementi non più funzionali (canna fumaria dell'impianto di areazione del lampadario a gas, impianti recenti), da **valorizzare eventualmente come testimonianze storiche** in idoneo luogo per la loro eventuale musealizzazione;
- **pulitura dai depositi superficiale del plafone** mediante aspirazione controllata e spazzolatura, al fine di rimuovere polveri e materiali incoerenti;
- **smontaggio scala e successivo rimontaggio** allo scopo di rimuovere ostacoli durante le fasi di cantiere;
- **smontaggio pedana e rimontaggio con identica sagoma** per consentire le operazioni previste in fase di cantiere.

Queste operazioni permetteranno di ridurre in modo significativo i carichi permanenti sul soffitto e di garantire condizioni di sicurezza e pulizia adeguate alla successiva installazione delle nuove travi.

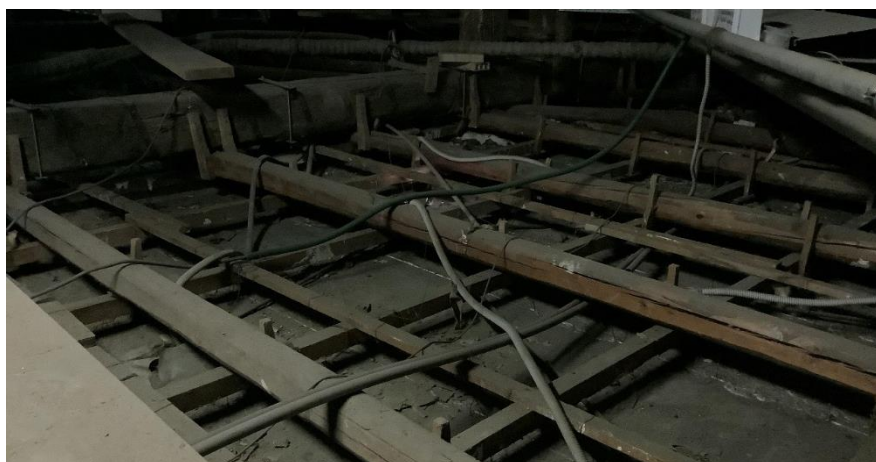


Figure 21 - Presenza di impianti

Allo smontaggio della canna fumaria dell'impianto di areazione del lampadario a gas seguiranno i seguenti interventi:

- Installazione di chiusura metallica leggera microforata, con la funzione di copertura rispetto al rosone del lampadario, tale da garantire comunque la circolazione dell'aria tra Sala Rossini e sottotetto;
- Chiusura della forometria sulla falda di copertura in corrispondenza della canna fumaria rimossa, con tavelle e laterizi uguali a quelli dello scempiato di copertura in essere.

## **6.2. RESTAURO CONSERVATIVO DELLE CAPRIATE CP7 E CP9**

Come descritto al capitolo 4, sono di seguito descritte operazioni per il recupero e restauro delle capriate lignee CP7 e CP9 volte al mantenimento in sede delle stesse seppur riducendo i carichi sulla capriata CP9 ed eliminandoli totalmente dalla CP7, ovvero riducendo o sollevando le stesse dalla propria funzione portante originale:

### **Pulizia generale delle travi e trattamenti protettivi superficiali**

L'intervento di restauro delle capriate CP7 e CP9 prevede:

- aspirazione delle polveri e depositi incoerenti sulla superficie delle travi;
- applicazione sull'intera superficie delle travature a pennello di prodotti antifungini e insetticidi;
- tonalizzazione finale con impregnanti protettivi per legno e terre naturali e applicazione di finitura oleocerosa trasparente.

### **Restauro e rinforzo delle connessioni dei giunti a dardo di giove sulle catene delle capriate**

Per ripristinare la tenuta dei denti degli incastri a dardo di giove delle catene che presentano rotture o allentamenti, si prevede:

- inserimento per ciascun collegamento di n. 5 barre filettate diametro mm 20 serrate con dadi e rondelle;
- inserimento per ciascun collegamento di n. 8 viti speciali tutto filetto modello tipo VGZ rothoblaas diametro mm 11/12 x mm 350, inserite con dima di guida inclinata a circa 20 gradi;
- ricostruzione e reintegrazione delle chiavi di tenuta in legno esistenti.

### **Restauro e rinforzo delle connessioni interne delle capriate**

Per rinforzare e ripristinare le connessioni interne di ciascuna capriata, inclusi i giunti catena - puntone, si prevede:

- fissaggio e rinzeppatura e piccole ricostruzioni, che potranno prevedere anche opere su testate di capriata e mensoloni da verificare e valutare in corso d'opera;
- integrazione dei chiodi di fissaggio con inserimento di nuove viti strutturali di rinforzo tipo VGZ o simili (es. n. 6 viti tutto filetto da mm 12 x 600, per ciascun nodo puntone-catena);
- rettifica incastri puntone – monaco, anche mediante piastre metalliche di spessore ridotto;

- smontaggio e sostituzione degli elementi lignei di collegamento fra puntoni - catena e monaco – catena.

### **6.3. INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO DELLA STABILITÀ DEL SOFFITTO**

Scopo dell'intervento è di procedere ad un alleggerimento delle orditure destinate al supporto del plafone e a prevenirne ulteriori deformazioni.

Il sistema di seguito descritto è stato pensato per realizzare un intervento più reversibile possibile, ma al contempo ispezionabile e di facile controllo del comportamento nel tempo, in termini di monitoraggio e assestamenti controllati.

Questo sistema persegue la volontà di non voler rettificare le deformazioni, ma piuttosto di stabilizzarle e monitorarle nel tempo.

L'intervento prevede di inserire un totale di 5 travi in acciaio costituite ciascuna da due profili tipo UPN 220 disposte in maniera omogenea su tutta la superficie del plafone. Il numero di travi è stato determinato come risultato della relazione di calcolo al paragrafo successivo e si andranno ad affiancare alle due capriate esistenti: CP7 che verrà conservata esclusivamente come elemento storicizzato e CP9 che invece manterrà una funzione statica, seppur secondaria rispetto all'esistente.

Tre di queste travi sono previste nella zona compresa tra le due capriate, mentre altre due faranno da rompitratta per le travi dell'orditura lignea primaria che sostiene il plafone nelle porzioni più esterne della sala (Figure 22).

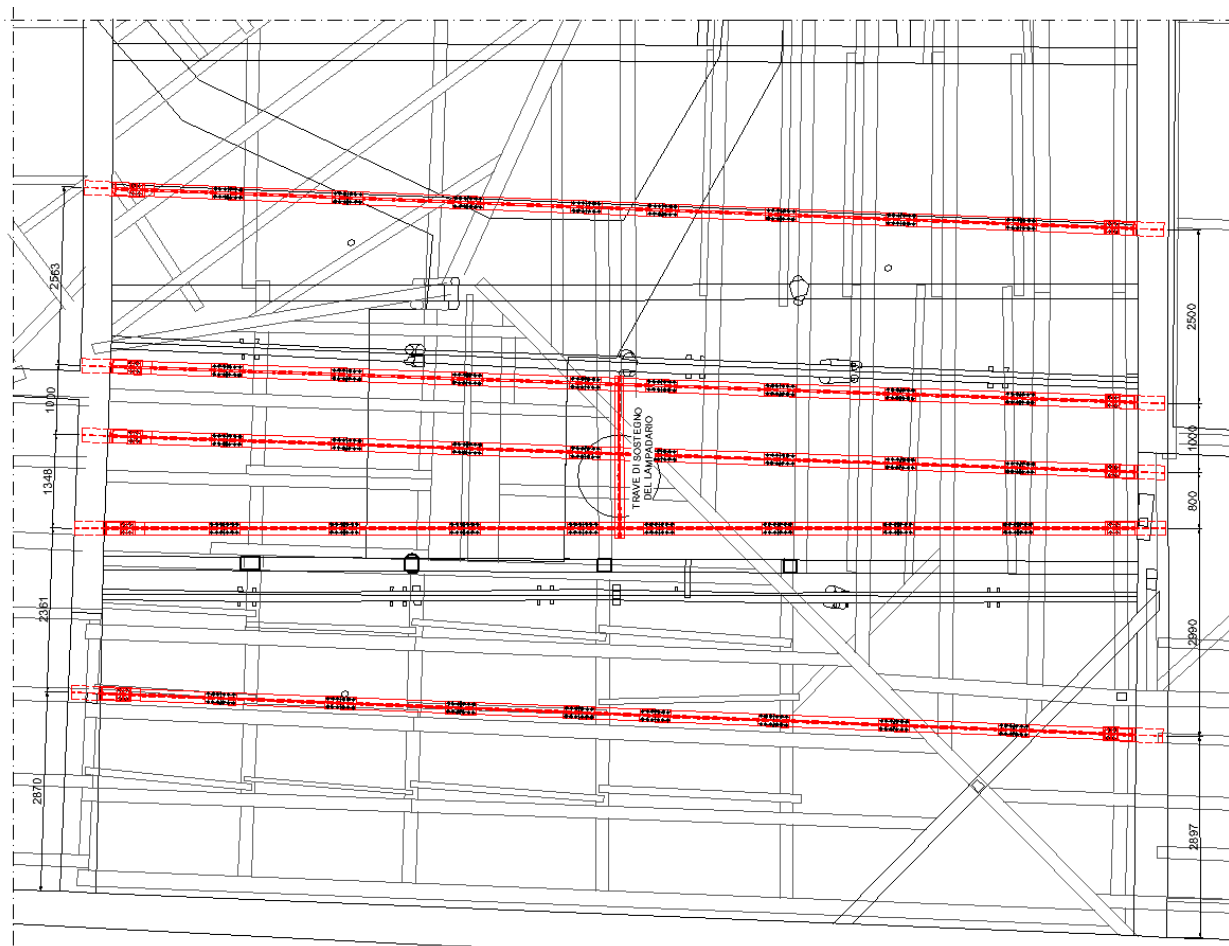


Figure 22 - Pianta con le posizioni delle nuove travi in acciaio

Ogni trave sarà costituita da 9 conci di lunghezza variabile tra circa 1100 e 1800 mm che verranno collegati in opera per mezzo di giunti a coprigiunti bullonati.

La realizzazione a conci permette di movimentare e comporre il nuovo elemento strutturale in condizioni più agevoli, anche in relazione al ristretto spazio di lavoro a disposizione.



*NB: il nuovo sistema di pendinatura non sostituisce quello esistente, ma lo va ad integrare nel principio generale di redistribuzione dei carichi.*

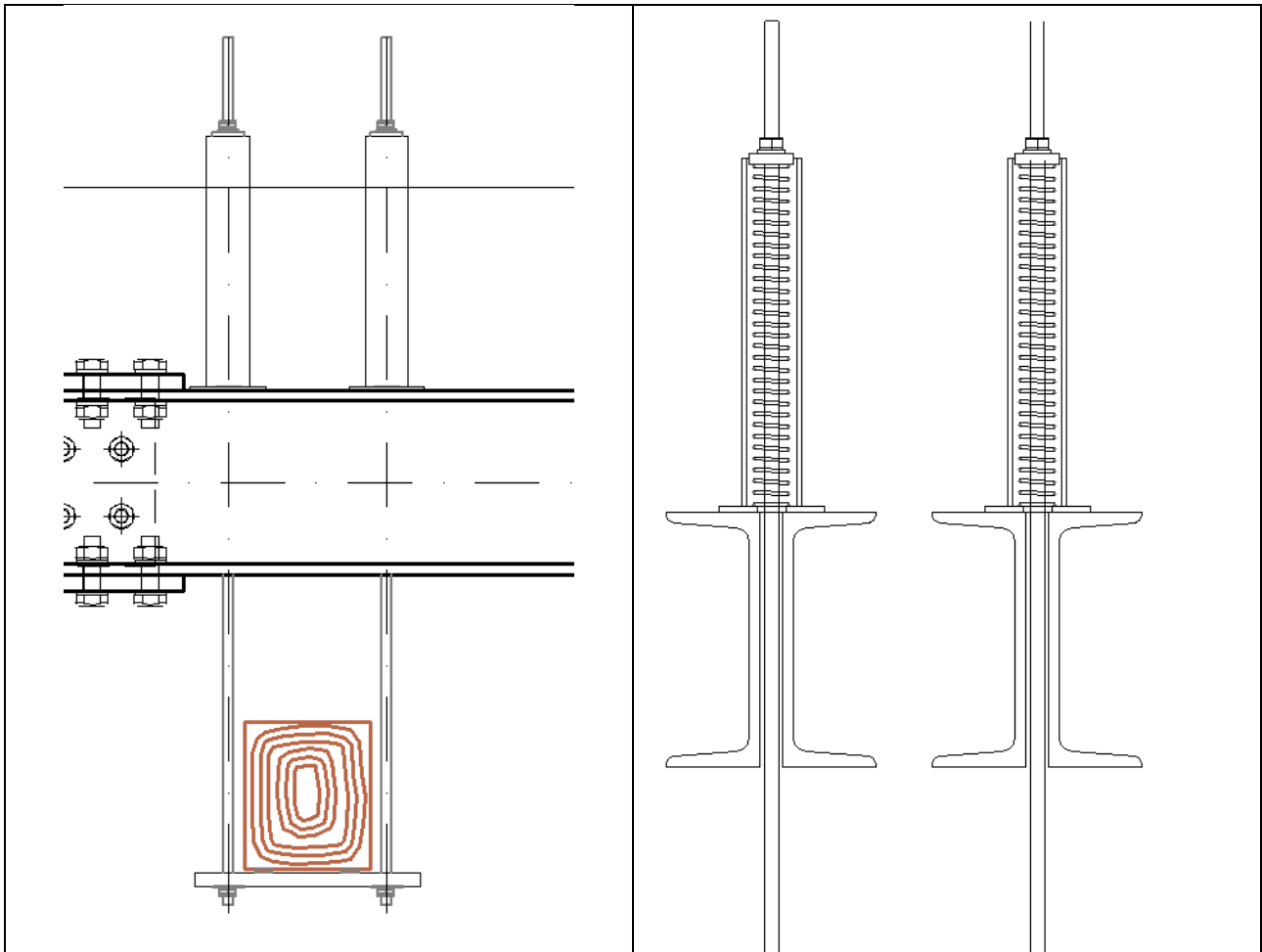


Figure 25 – Sistema di pendinatura

I conchi terminali delle travi (conchi tipo 1) saranno appoggiati e successivamente fissati ad una mensola costituita da un profilo tipo HEB 200; ciò permetterà di trasferire alla muratura esclusivamente azioni verticali e non generare un momento su di essa.

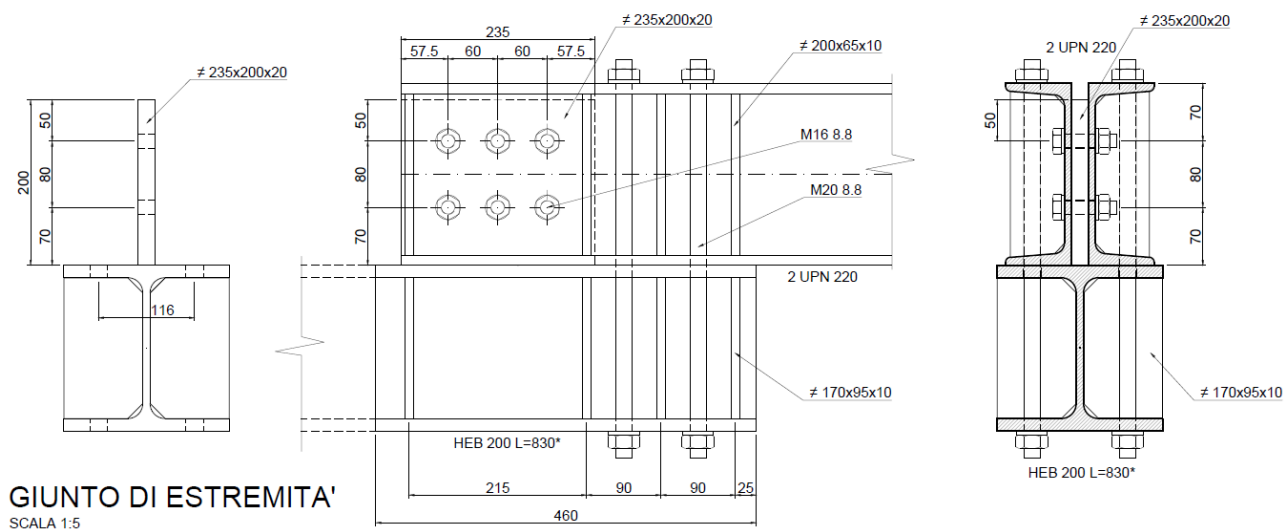


Figure 266 - Giunto di estremità

La base di appoggio dei suddetti profili HEB dovrà essere opportunamente livellata con un getto di conglomerato fibrorinforzato di circa 10 cm in modo da favorire correttamente la diffusione degli sforzi di compressione all'interno della muratura.

Le 3 travi più interne avranno anche la funzione di supportare una trave in acciaio di sostegno del lampadario.

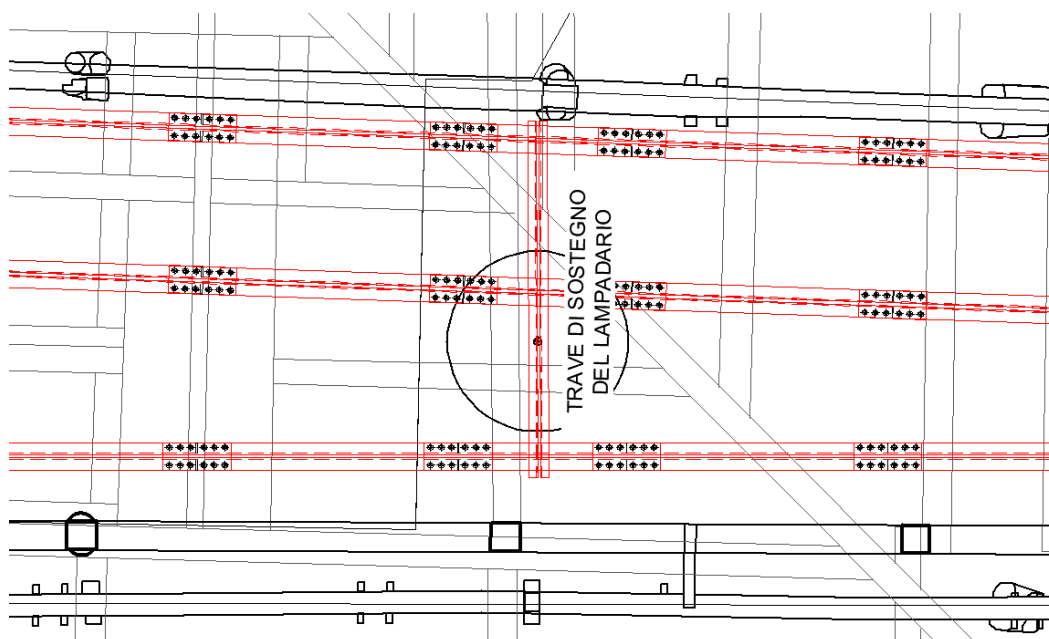


Figure 27 - Trave di sostegno del lampadario

Le connessioni tra le orditure primarie e le secondarie (travicelli), laddove necessarie, sarà eseguita in corrispondenza dei nodi mediante **fascette metalliche avvitate disposte ad X**, con funzione di bloccaggio e redistribuzione dei carichi locali; Le connessioni esistenti tra il plafone in incannucciato e le orditure secondarie saranno sottoposte a revisione ed eventualmente integrate con elementi analoghi.

Il calcolo comparativo dei carichi ha dimostrato che il **peso complessivo del nuovo sistema metallico**, pur introducendo elementi aggiuntivi, **risulta trascurabile rispetto al peso totale della copertura e delle strutture preesistenti**, garantendo un incremento di carico **non significativo ai fini statici delle murature**.

In questa fase non sono previsti interventi strutturali diretti sulle lesioni delle murature verticali, che saranno semplicemente stuccate secondo i criteri indicati nella *Relazione Tecnica di Restauro* (APPR\_OA\_03\_Relazione Restauro). Soluzioni più invasive, come cuciture armate o iniezioni, sono state escluse per evitare alterazioni degli apparati decorativi e poiché non giustificate dal livello di conoscenza attuale, che richiederebbe un'analisi di vulnerabilità complessiva dell'edificio. Le stuccature svolgeranno inoltre una **funzione di monitoraggio**, consentendo di rilevare eventuali riattivazioni dei fenomeni fessurativi nel tempo.

Tutte le operazioni di consolidamento del plafone avverranno esclusivamente previa installazione di opportuna puntellatura dell'intradosso tramite un sistema di ponteggi e puntelli che verrà installato all'interno di Sala Rossini. La superficie di contatto tra puntello e plafone decorato sarà opportunamente condivisa con i restauratori e gli Organi di Tutela, per garantire la conservazione delle superfici decorate.

Il **restauro pittorico e decorativo** sarà eseguito **solo a completamento del consolidamento strutturale**, dopo un **periodo di assestamento** necessario alla dissipazione delle tensioni interne. Eventuali microfessurazioni dovute a movimenti residui saranno oggetto di stuccatura e integrazione cromatica durante la fase di restauro finale con le modalità descritte nella *Relazione Tecnica di Restauro* (APPR\_OA\_03\_Relazione Restauro).

## 7. CALCOLO DI VERIFICA DELLE STRUTTURE

### 7.1. VERIFICA DEI NUOVI PROFILI DI SOSTEGNO DEL PLAFONE – 2 UPN 220

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE E MECCANICHE DELLA SEZIONE $n_{prof} := 2$

tipo_acciaio := "S275"	inserire "S235", "S275" o "S355"
$A_t := n_{prof} \cdot 37.4 \cdot \text{cm}^2 = 74.8 \cdot \text{cm}^2$	area totale sezione
$J_x := n_{prof} \cdot 2691 \cdot \text{cm}^4 = 5382 \cdot \text{cm}^4$	momento di inerzia totale rispetto all'asse X forte
$W_x := n_{prof} \cdot 245 \cdot \text{cm}^3 = 490 \cdot \text{cm}^3$	modulo di resistenza
$P_{tr} := n_{prof} \cdot 0.294 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1} = 0.588 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	peso della trave in acciaio
$t_w := n_{prof} \cdot 9 \cdot \text{mm}$	spessore dell'anima
$h_w := 220 \cdot \text{mm}$	altezza dell'anima
$A_v := t_w \cdot h_w = 39.6 \cdot \text{cm}^2$	area di taglio
$E_s := 210000 \cdot \text{MPa}$	modulo elastico dell'acciaio
$f_{yk} = 275 \cdot \text{MPa}$	tensione di snervamento dell'acciaio
$\gamma_{M0} := 1.05$	

#### ANALISI DEI CARICHI

##### Carichi permanenti non strutturali

$G_{int} := (0.025 \cdot 20) \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2} = 0.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	peso dell'intonaco 2.5 cm
$G_{tav} := 0.02 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	peso dell'incanniccato
$G_{trav} := 0.08 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	peso dei travicelli
$G_{sec} := 0.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	peso delle orditure secondarie in acciaio

##### Carichi accidentali

$Q_{acc} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-2}$	carico accidentale cat.A
--	--------------------------

##### Calcolo delle sollecitazioni

$\gamma_{G1} := 1.3$	$\gamma_{G2} := 1.5$	$\gamma_Q := 1.5$	
$i_{tr} := 210 \cdot \text{cm}$			competenza della trave
$L_t := 1495 \cdot \text{cm}$			lunghezza della trave
$P_k := [P_{tr} + (G_{int} + G_{tav} + G_{trav} + G_{sec}) \cdot i_{tr}] + Q_{acc} \cdot i_{tr} = 2.268 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$			
$P_{Ed} := [P_{tr} \cdot \gamma_{G1} + (G_{int} + G_{tav} + G_{trav} + G_{sec}) \cdot i_{tr} \cdot \gamma_{G2}] + \gamma_Q \cdot Q_{acc} \cdot i_{tr} = 3.284 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$			
$M_{Ed} := \frac{P_{Ed} \cdot L_t^2}{8} = 91.759 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$		$V_{Ed} := \frac{P_{Ed} \cdot L_t}{2} = 24.551 \cdot \text{kN}$	

VERIFICA DELLA TRAVE

$$M_{Rd} := \frac{W_x \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 128.333 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{momento resistente della sezione}$$

$$\text{verifica\_resistenza} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } M_{Rd} \geq M_{Ed} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"soddisfatta"} \quad \text{TDF} := \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = 0.715$$

Verifica a taglio

$$V_{Rd} := \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = 598.795 \cdot \text{kN} \quad \text{resistenza a taglio della sezione}$$

$$\text{verifica\_taglio} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } V_{Rd} \geq V_{Ed} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"soddisfatta"} \quad \text{TDFV} := \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = 0.041$$

Verifica di deformabilità

$$f_{\text{tot.amm}} := \frac{L_t}{300} = 49.8 \cdot \text{mm} \quad \text{freccia totale ammissibile}$$

$$f_{\text{acc.amm}} := \frac{L_t}{500} = 29.9 \cdot \text{mm} \quad \text{freccia ammissibile per i carichi accidentali}$$

$$f_{\text{tot}} := \frac{5 \cdot p_k \cdot L_t^4}{384 \cdot J_x \cdot E_s} = 130.522 \cdot \text{mm} \quad \text{freccia per carichi totali}$$

$$f_{\text{acc}} := \frac{5 \cdot (Q_{\text{acc}} \cdot i_{tr}) \cdot L_t^4}{384 \cdot J_x \cdot E_s} = 0 \cdot \text{mm} \quad \text{freccia per carichi accidentali}$$

Il valore della deformazione come sopra calcolato ha suggerito di procedere a realizzare elementi inflessi con una monta sufficiente a recuperare gli effetti deformativi dei carichi ad essi applicati.

## **7.2. VERIFICA DEL GIUNTO DI CONTINUITÀ DELLA NUOVA TRAVE DI SOSTEGNO DEL PLAFONE**

$\text{tipo\_acciaio} := "S275"$	tipo di acciaio
$\text{classe\_bullone} := "8.8"$	classe del bullone
$f_{yk} = 275 \cdot \text{MPa}$	tensione di snervamento nell'acciaio
$\gamma_{M0} := 1.05$	
$\gamma_{M2} := 1.25$	
$b_f := 2 \cdot 80 \cdot \text{mm}$	larghezza piattabanda
$t_f := 12.5 \cdot \text{mm}$	spessore piattabanda
$h_w := 220 \cdot \text{mm}$	altezza dell'anima
$t_w := 2 \cdot 9 \cdot \text{mm}$	spessore anima
$r := 12 \cdot \text{mm}$	raggio di raccordo dell'anima
$H := h_w + 2 \cdot t_f = 245 \cdot \text{mm}$	altezza anima
<b>PIATTABANDE</b>	
$\phi_{b,f} := 20 \cdot \text{mm}$	diametro bulloni
$A_{b,res,f} = 245 \cdot \text{mm}^2$	area resistente
$d_{0,f} = 21 \cdot \text{mm}$	diametro del foro
$p_{1,f} := 60 \cdot \text{mm}$	passo in direzione dello sforzo
$p_{2,f} := 110 \cdot \text{mm}$	passo in direzione ortogonale allo sforzo
$e_{1,f} := 40 \cdot \text{mm}$	distanza del bullone dal bordo libero in dir. dello sforzo
$e_{2,f} := 32 \cdot \text{mm}$	distanza del bullone dal bordo libero in dir. perp. allo sforzo
$n_{1,f} := 2$	n° dei bulloni per ciascuna fila
$n_{2,f} := 3$	n° delle file per ciascun lato del giunto
$n_{sez,f} := 1$	numero di sezioni resistenti del bullone
$b_{1,c,f} := 180 \cdot \text{mm}$	larghezza del coprigiunto superiore
$b_{2,c,f} := 0 \cdot \text{mm}$	larghezza del coprigiunto inferiore
$s_{c,f} := 20 \cdot \text{mm}$	spessore dei coprigiunti

**ANIMA**

$\phi_{b.w} := 16 \cdot \text{mm}$	diametro bulloni
$A_{b.res.w} := A_{b.res} \cdot \text{floor} \left( \frac{\phi_{b.w} - 10 \cdot \text{mm}}{2 \cdot \text{mm}} \right) = 157 \cdot \text{mm}^2$	area resistente
$d_{0.w} := \begin{cases} (\phi_{b.w} + 1 \text{mm}) & \text{if } \phi_{b.w} \leq 20 \cdot \text{mm} \\ (\phi_{b.w} + 1.5 \text{mm}) & \text{if } \phi_{b.w} > 20 \cdot \text{mm} \end{cases} = 17 \cdot \text{mm}$	diametro del foro
$p_{1.w} := 80 \cdot \text{mm}$	passo in direzione dello sforzo
$p_{2.w} := 70 \cdot \text{mm}$	passo in direzione ortogonale allo sforzo
$e_{1.w} := 60 \cdot \text{mm}$	distanza del bullone dal bordo libero in dir. dello sforzo
$e_{2.w} := 35 \cdot \text{mm}$	distanza del bullone dal bordo libero in dir. perp. allo sforzo
$n_{1.w} := 2$	n° dei bulloni per ciascuna fila verticale
$n_{2.w} := 2$	n° delle file per ciascun lato del giunto
$s_{c.w} := 10 \cdot \text{mm}$	spessore dei coprigiunti d'anima
$h_{c.w} := (n_{1.w} - 1) \cdot p_{1.w} + 2 \cdot e_{1.w} = 200 \cdot \text{mm}$	altezza del coprigiunto
$n_{sez.w} := 2$	numero di sezioni resistenti del bullone

Caratteristiche meccaniche della trave

$A_t := 2 \cdot 37.4 \cdot \text{cm}^2$	area totale della sezione
$J_t := 2 \cdot 2691 \cdot \text{cm}^4$	momento di inerzia totale della sezione
$W_x := 2 \cdot 245 \cdot \text{cm}^3$	modulo resistente plastico della sezione
$A_f := b_f \cdot t_f = 20 \cdot \text{cm}^2$	area piattabanda superiore
$A_{f.res} := A_f - n_{1.f} \cdot d_{0.f} \cdot t_f = 14.75 \cdot \text{cm}^2$	area netta della piattabanda
$A_v := A_t - 2 \cdot b_f \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 40.05 \cdot \text{cm}^2$	area di taglio
$W_{x.red} := W_x - 2 \cdot n_{1.f} \cdot d_{0.f} \cdot t_f \cdot \frac{(H - t_f)}{2} = 367.94 \cdot \text{cm}^3$	

## VERIFICA DELLA GIUNZIONE SULLE PIATTABANDE

### Verifica dei coprigiunti

$$M_{pl.Rd} := \begin{cases} W_x \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} & \text{if } 0.9A_{f.res} \cdot \frac{f_{tk}}{\gamma_{M2}} \geq A_f \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} = 96.36 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\ \left( W_{x.red} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}} \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$N_{pl.Rd.f} := \frac{M_{pl.Rd}}{(H - t_f)} = 414.47 \cdot \text{kN}$$

$$A_{c.f} := (b_{1.c.f} + 2 \cdot b_{2.c.f}) \cdot s_{c.f} = 3600 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{area totale lorda dei coprigiunti}$$

$$A_{c.f.rid} := (b_{1.c.f} + 2 \cdot b_{2.c.f} - 2 \cdot n_{1.f} \cdot d_{0.f}) \cdot s_{c.f} = 1920 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{area netta dei coprigiunti}$$

$$N_{pl.Rd.c.f} := \min \left( A_{c.f} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0}}, 0.9A_{c.f.rid} \cdot \frac{f_{tk}}{\gamma_{M2}} \right) = 594.43 \cdot \text{kN} \quad \text{sforzo normale resistente dei coprigiunti}$$

$$\text{verifica\_coprigiunti\_piattabanda} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } N_{pl.Rd.c.f} \geq N_{pl.Rd.f} = \text{"soddisfatta"} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

### Verifica dei bulloni

$$F_{v.Sd.f} := \frac{N_{pl.Rd.f}}{n_{1.f} \cdot n_{2.f}} = 69.08 \cdot \text{kN} \quad \text{azione sollecitante ciascun bullone}$$

$$\alpha_v = 0.6$$

$$\text{verifica\_bullone\_piattabanda} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } \frac{F_{v.Sd.f}}{n_{sez.f}} \leq \frac{\alpha_v \cdot f_{tb} \cdot A_{b.res.f}}{\gamma_{M2}} = \text{"soddisfatta"} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

### Verifica a rifollamento

$$\alpha_{1.f} := \min \left( \frac{e_{1.f}}{3 \cdot d_{0.f}}, \frac{f_{tb}}{f_{tk}}, 1 \right) = 0.63 \quad \text{bulloni di bordo in direzione del carico applicato}$$

$$k_{1.f} := \min \left( \frac{2.8e_{2.f}}{d_{0.f}} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5 \quad \text{bulloni di bordo in direzione perp. al carico applicato}$$

$$F_{b.f.Rd} := \frac{k_{1.f} \cdot \alpha_{1.f} \cdot f_{tk} \cdot \phi_{b.f} \cdot \min(t_f, 2 \cdot s_{c.f})}{\gamma_{M2}} = 136.51 \cdot \text{kN} \quad \text{per bulloni di bordo}$$

$$\text{verifica\_rifollamento\_piattabande} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } F_{v.Sd.f} \leq F_{b.f.Rd} = \text{"soddisfatta"} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

## VERIFICA DELLA GIUNZIONE SULL'ANIMA

### Verifica dei coprigiunti

$$A_{c.w} := 2 \cdot s_{c.w} \cdot h_{c.w} = 4000 \cdot \text{mm}^2 \quad \text{area dei coprigiunti}$$

$$V_{Rd} := 0.5 A_v \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = 302.8 \cdot \text{kN} \quad \text{taglio resistente della sezione}$$

$$V_{Rd.c.w} := A_{c.w} \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}} = 604.84 \cdot \text{kN} \quad \text{taglio resistente dei coprigiunti}$$

$$\text{verifica\_coprigiunti\_anima} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } V_{Rd.c.w} \geq V_{Rd} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"soddisfatta"}$$

### Verifica dei bulloni

$$F_{v.Sd.w} := \frac{0.5 V_{Rd}}{n_{1.w} \cdot n_{2.w}} = 37.85 \cdot \text{kN} \quad \text{azione sollecitante ciascun bullone}$$

$$\alpha_v = 0.6$$

$$\text{verifica\_bullone\_anima} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } \frac{F_{v.Sd.w}}{n_{sez.w}} \leq \frac{\alpha_v \cdot f_{tb} \cdot A_{b.res.w}}{\gamma_{M2}} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"soddisfatta"}$$

### Verifica a rifollamento

$$e_{1.w} := 69.8 \cdot \text{mm} \quad \text{distanza del bullone dal bordo libero in dir. dello sforzo sul profilo}$$

$$e_{2.w} := 30 \cdot \text{mm} \quad \text{distanza del bullone dal bordo libero in dir. perp. allo sforzo sul profilo}$$

$$\alpha_{1.w} := \min \left( \frac{e_{1.w}}{3 \cdot d_{0.w}}, \frac{f_{tb}}{f_{tk}}, 1 \right) = 1 \quad \text{bulloni di bordo in direzione del carico applicato}$$

$$k_{1.w} := \min \left( \frac{2.8 e_{2.w}}{d_{0.w}} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5 \quad \text{bulloni di bordo in direzione perp. al carico applicato}$$

$$F_{b.w.Rd} := \frac{k_{1.w} \cdot \alpha_{1.w} \cdot f_{tk} \cdot \phi_{b.w} \cdot \min(t_w, 2s_{c.w})}{\gamma_{M2}} = 247.68 \cdot \text{kN} \quad \text{per bulloni di bordo}$$

$$\text{verifica\_rifollamento\_anime} := \begin{cases} \text{"soddisfatta"} & \text{if } F_{v.Sd.w} \leq F_{b.w.Rd} \\ \text{"non soddisfatta"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"soddisfatta"}$$

### 7.3. CALCOLO DELLA COSTANTE ELASTICA DELLA MOLLA

Si procede alla determinazione della costante elastica di ciascuna molla di sospensione di modo che una eventuale variazione del carico applicato a ciascuna trave, contenuto nel limite di 200 daN, generi nella barra di sospensione una variazione del tiro compresa tra il 5 e il 7%.

#### CALCOLO DELLA RIGIDEZZA DELLA MOLLA DI SOSPENSIONE

$A_{\text{comp}} := 127 \cdot \text{m}^2$	area del plafone gravante sulle travi
$n_{\text{travi}} := 5$	numero di travi
$n_{\text{sosp}} := 6$	numero delle sospensioni per ogni trave
$n_{\text{molle}} := 2$	numero delle molle per ogni sospensione
$\text{perc} := 50\%$	percentuale di carico trasferibile alle travi
$N_{\text{molla}} := \frac{A_{\text{comp}} \cdot (G_{\text{int}} + G_{\text{tav}} + G_{\text{trav}} + G_{\text{sec}})}{n_{\text{travi}} \cdot n_{\text{sosp}} \cdot n_{\text{molle}}} \cdot \text{perc} = 847 \cdot \text{N}$	carico sulla molla
$L_1 := 200 \cdot \text{mm}$	accorciamento della molla imposto sotto carico
$k_m := \frac{N_{\text{molla}}}{L_1} = 4.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$	costante elastica della molla richiesta
$\Delta P_k := 200 \cdot \text{daN}$	variazione di carico
$f_{\text{tot}} := \frac{1 \cdot \Delta P_k \cdot L_t^3}{48 \cdot J_x \cdot E_s} = 12.3 \cdot \text{mm}$	freccia dovuta alla variazione di carico
$\Delta N_m := k_m \cdot f_{\text{tot}} = 52 \cdot \text{N}$	variazione della forza nella molla a seguito della variazione del carico
$\Delta_{\text{perc}} := \frac{\Delta N_m}{N_{\text{molla}}} \cdot 100 = 6.2$	variazione perc. del carico nella molla a seguito della variazione del carico

La costante elastica richiesta per della molla risulta dunque di circa 4.2 N/mm. Con tale valore di rigidezza, una variazione del carico della trave corrispondente a 200 daN, induce nella barra una variazione del tiro calcolato intorno al 6%.

## 8. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nel seguito sono riportate le normative e le istruzioni considerate nello sviluppo della progettazione e nelle verifiche degli elementi strutturali:

Legge 1086 del 05/11/1971. - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

D.M. del 17/01/2018 – Norme tecniche per le costruzioni.

Circolare n° 7 del 21/01/2019 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui

al D.M. 17 gennaio 2018

UNI EN 1993-1-1:2005 Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.

UNI EN 1998-1-1:2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.

UNI EN 1090-2:2018 – Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio – Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio.

Linee guida per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme Tecniche sulle costruzioni (D.M. 14-01-2008)

Raccomandazioni NORMAL 1/88. ALTERAZIONI MACROSCOPICHE DEI MATERIALI LAPIDEI.

## 9. BIBLIOGRAFIA E RIFERIMENTI ARCHIVISTICI

- Vittorio Dal Piaz, *Caffè Pedrocchi: una perizia ottocentesca*, Padova, Società Cooperativa Tipografica, 1983.
- Maria Teresa Franco, *Un luogo per la società civile: il Casino Pedrocchi*, in "Bollettino del Museo Civico di Padova", anno LXXI, 1982, pp. 239-275.
- Marisa Macchietto, *Note a margine degli interventi di riqualificazione funzionale e architettonica dello Stabilimento Pedrocchi (1994-1999)*, in *Il Caffè Pedrocchi. La storia, le storie*, a cura di Paolo Possamai e Lionello Puppi, Padova, Il Poligrafo, 2014, pp. 191-218.
- Lionello Puppi, *Il Caffè Pedrocchi di Padova*, Neri Pozza, 1980.
- Lionello Puppi, *Stabilità e instabilità di uno "Stabilimento". Il lungo sogno, e gli incubi, di uno spazio per la società civile*, in *Il Caffè Pedrocchi. La storia, le storie*, a cura di Paolo Possamai e Lionello Puppi, Padova, Il Poligrafo, 2014, pp. 89-190.
- Archivio di deposito del Comune di Padova, SPC e Studio Tecnico Associato Turini, *Intervento di restauro strutturale - I Stralcio, Il Lotto. Copertura Caffè Pedrocchi*, 2006
- Archivio Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Venezia, Padova-città, b. A17.
- Archivio Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Padova, Treviso e Belluno, Archivio architettonico: 1997 - 0051/051/2728; 1998 - 059/0722/001|4390.
- Archivio del Comune di Padova, Fondo Iconografico ex Edilizia Monumentale, cartella Rotolo Pedrocchi 6 (Tavole di progetto Verdi), Settembre 1992.

Pietrasanta (LU) 12.12.2025

Firma

*Arch. Angela Di Paola*

*Ing. Claudio Favilla*