



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura



RESTAURO DI VOLTE IN CANNUCCIATO E VOLTE LEGGERE CON AFFRESCHI E STUCCHI



INDICE

INTRODUZIONE	pg. 3 ■
TIPOLOGIE DI VOLTA E FENOMENI DI DEGRADO	pg. 3 ■
COME INTERVENIRE	pg. 4 ■
IL RILIEVO COME STRUMENTO DI CONOSCENZA	pg. 4 ■
LA SPERIMENTAZIONE IN LABORATORIO	
- SUL SISTEMA ORIGINARIO	pg. 5 ■
- SUL SISTEMA CONSOLIDATO	pg. 6 ■
LA MODELLAZIONE NUMERICA	pg. 7 ■
ALCUNI ESEMPI DI INTERVENTO	pg. 8 ■



Università Politecnica delle Marche



Dipartimento di Architettura, Costruzioni e Strutture

"La presente documentazione tecnica nasce dalla pluriennale esperienza sull'argomento dei Proff. E. Quagliarini, M. D'Orazio e S. Lenci del Dipartimento di Architettura, Costruzioni e Strutture dell'Università Politecnica delle Marche e dalla fattiva collaborazione scientifica con la Restauri Innovativi Tecnologici S.r.l."

INTRODUZIONE

In molti Teatri, Chiese e Palazzi nobiliari costruiti tra il 1500 e il 1800 sono presenti volte leggere, dette anche volte in “camorcanna” o “in cannucciato”.

Tali volte, molto diffuse grazie alla loro economicità e facilità di realizzazione, sono spesso decorate con affreschi e stucchi di pregio che conferiscono loro un importante valore storico, artistico e architettonico.

La tipologia costruttiva presenta una struttura portante in legno (centine) spesso indipendente dall'orditura dell'impalcato sovrastante, ottenuta mediante l'abbinamento chiodato di due o più tavole disposte per “coltello” e a giunti sfalsati, impiegando legnami in genere non eccellenti e grossolanamente squadrati, e connessioni tra gli elementi costruttivi poco curate e raffinate.

Le centine sono generalmente costituite di tavole irregolari di 2-4 cm di base per 10-30 cm di altezza, con una lunghezza variabile da 50 a 150 cm. Laddove si dispone un doppio strato di tavole, l'interasse tra le centine è modesto, contrariamente al caso in cui quest'ultime sono costituite da tre o più strati.

Per quanto riguarda il tipo di giunzione adottato per tenere unite le tavole costituenti la centina, si riscontra un utilizzo di chiodi successivamente ribattuti o a testa larga non sempre disposti in maniera ordinata.

Le centine sono usualmente irrigidite da una orditura lignea secondaria, costituita dai cosiddetti “tambocci” (travetti di dimensioni ridotte), tale orditura appare piuttosto differenziata, sia per la dimensione della maglia riprodotta, sia per quanto riguarda le dimensioni di tali elementi ed il tipo di lavorazione che presentano. La lavorazione di questi tambocci si presenta a volte buona, in quanto ben squadrati e rifilati, altre volte sono ottenuti con tavole grezze e di sezione irregolare, forzati ad alloggiare tra una centina e l'altra mediante colpi di martello e spesso fermati con chiodi infissi obliquamente (alla “traditora”).

Lo stuoio di supporto all'intonaco è in genere realizzato con il cosiddetto “arellato”, ovvero con stuoie di canne o di grosso diametro (circa $\Phi=10-30$ mm) spaccate longitudinalmente al proprio asse ed intessute a formare una maglia con doppio ordito ortogonale o di canne di piccolo diametro (circa $\Phi=5$ mm) accostate a formare un ordito monodirezionale.

Una volta resa continua la superficie intradossale della volta con lo stuoio appeso al sistema di centine in legno tramite chiodi a testa larga o ribattuti si passava alla stesura dei vari strati di intonaco. L'intonaco, che aveva lo scopo di rifinire la costruzione, poteva avere composizione diversa a seconda della disponibilità dei materiali e delle esigenze di cantiere. Spesso era necessario che la malta avesse una presa rapida, in modo da ridurre i

tempi di attesa, che avesse una certa fluidità, in modo da rendere più facile l'esecuzione del lavoro, che avesse una certa consistenza, in modo da evitare che questa cadesse mentre veniva applicata, e che avesse una certa resistenza in modo da far fronte alle sollecitazioni a cui poteva essere sottoposta senza fessurarsi.

Generalmente si incontrano:

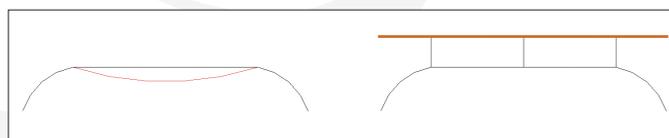
- malte di gesso, che hanno il vantaggio di indurire subito ma nello stesso tempo possono portare inconvenienti per l'igroscopicità di quest'ultimo;
- malte di calce, che hanno elevate proprietà meccaniche;
- malte bastarde di calce e gesso.



TIPOLOGIE DI VOLTA E FENOMENI DI DEGRADO

I Teatri storici

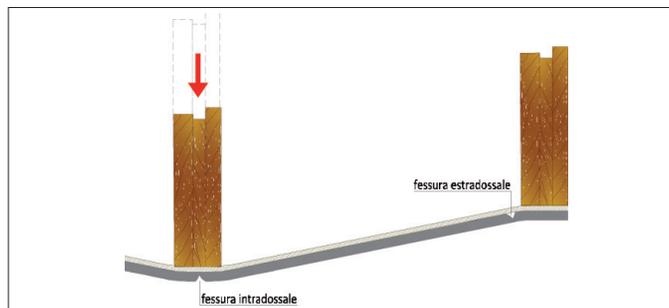
Le volte in camorcanna dei teatri storici sono caratterizzate in genere da una bassa curvatura, per cui hanno poca resistenza per forma e sono sollecitate per lo più a flessione. Da ciò nasce l'esigenza di essere sospese mediante per lo più tiranti di acciaio o legno.



Schema di centina senza e con sospensioni

A causa del cattivo stato di manutenzione in cui si trovano molti teatri, in molti casi si rileva la perdita di efficienza delle sospensioni.

Tale malfunzionamento provoca abbassamenti differenziali delle centine che causano variazioni di forma e la fessurazione dell'intonaco e conseguentemente il danneggiamento delle decorazioni intradossali che esso porta.



Schema del meccanismo di danno tipico per abbassamento differenziale

■ Le Chiese

La tipologia costruttiva delle volte ad incannucciato presente nelle Chiese spesso riproduce e amplia le forme proprie tipiche delle volte in muratura.

Come per i Teatri storici, queste volte in camorcanna sono poste frequentemente a separazione di ambienti con caratteristiche termoigrometriche molto differenti, l'ambiente indoor riscaldato e il sottotetto privo di riscaldamento.

In molti casi il vapore prodotto dall'interno dell'ambiente tende a migrare attraverso le strutture e a condensare sulle pareti più fredde, quindi all'intradosso delle volte stesse. Tali accumuli d'acqua possono dar luogo in una prima fase a processi di "scurimento" delle porzioni di volta comprese fra l'intelaiatura lignea e in una fase successiva a processi di degrado più consistenti dove l'accumulo igroscopico dura nel tempo.

Non bisogna inoltre tralasciare i problemi legati a infiltrazioni d'acqua dalla copertura.



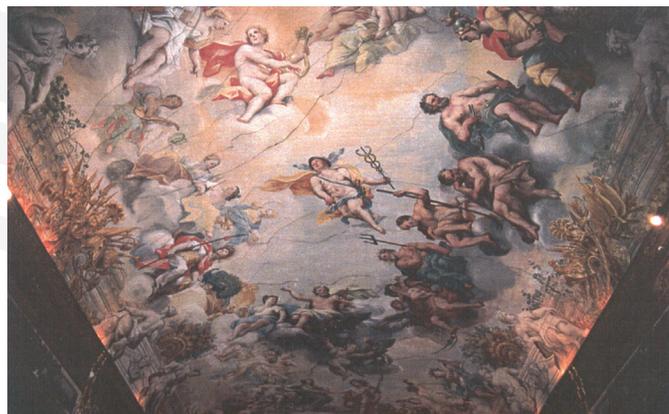
■ I Palazzi Nobiliari

In molti palazzi nobiliari e di rappresentanza è spesso possibile riscontrare che, specialmente ai piani alti, i soffitti delle sale sono costruiti con sistemi intonacati di centinatura lignea e stuoiati di canne che presentano al loro intradosso figure ed ornati di ogni genere.

In tali strutture è possibile riscontrare anche soffitti piani che presentano notevoli similitudini con i plafoni teatrali, ma che in genere non necessitano di un sistema di sospensione dal solaio di piano o di copertura a causa delle luci da coprire sicuramente inferiori.



I processi di degrado sono simili a quelli riscontrati nei casi precedenti. Nell'immagine seguente sono visibili numerose fessure causate dai recenti sismi.



“COME INTERVENIRE”

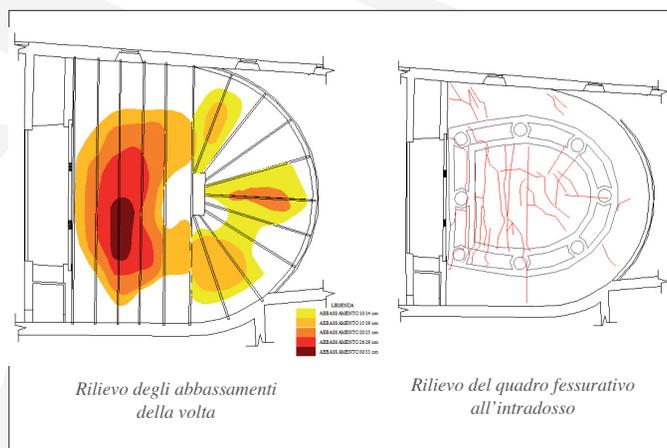
Allo scopo di eseguire il restauro con le migliori tecnologie disponibili è necessaria una perfetta conoscenza delle tecniche e tecnologie costruttive del passato affiancata a una scrupolosa conoscenza preliminare della volta storica.

IL RILIEVO COME STRUMENTO DI CONOSCENZA

Grazie all'utilizzo di strumenti all'avanguardia e alla stretta collaborazione con il Dipartimento di Architettura, Costruzioni e Strutture (D.A.C.S.) dell'Università Politecnica delle Marche è possibile prendere coscienza dell'effettivo stato di "salute" del sistema costruttivo.

■ Rilievo geometrico, deformativo e quadro fessurativo

In questa fase è possibile valutare: le variazioni di forma delle volte, con gli abbassamenti di ogni porzione e il quadro fessurativo, attraverso i quali è possibile interpretare il comportamento meccanico delle strutture e nello specifico i dissesti che la struttura ha subito.



■ Rilievo materico, tecnologico costruttivo e del degrado

La conoscenza del sistema costruttivo e dei materiali impiegati consente di individuare le vulnerabilità e i processi di degrado in atto, anche attraverso analisi di laboratorio su campioni prelevati in situ.

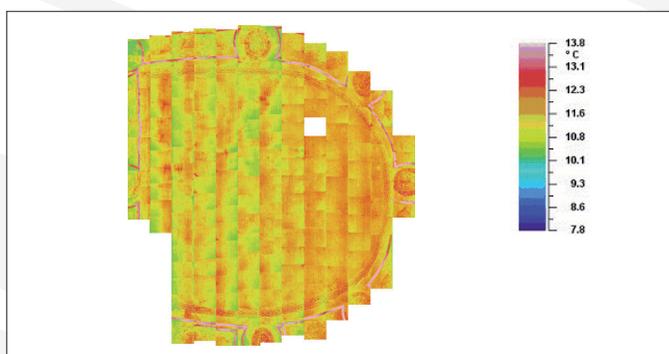
■ Indagini diagnostiche non distruttive

Per tarare l'intervento di messa in sicurezza degli affreschi e stucchi intradossali è spesso utile valutare lo stato di adesione e rilevare la presenza di distacchi dell'intonaco dallo stuoio o dello stuoio dalle sovrastanti strutture lignee.

A tal fine è possibile far riferimento a indagini non distruttive come la **termografia** e la **vibrometria laser**.

1. La mappatura dei distacchi dell'intonaco della volta tramite termografia.

In generale l'anomalia termica è un'area in cui la distribuzione delle temperature si discosta dai valori medi della distribuzione dell'intera superficie e l'anomalia termica significativa è quella relativa ad una zona più calda con un colore dell'immagine che tende al rosso. Queste aree corrispondono normalmente ai distacchi che dunque vanno cercati in tutte quelle aree dove si è riscontrato un sensibile incremento delle temperature rispetto alle circostanti aree.



Mosaico complessivo qualitativo delle misure termografiche eseguite all'intradosso della volta

2. La verifica del grado di collegamento tra struttura lignea e volta tramite vibrometro laser doppler.

L'idea base della procedura di misura si basa sulla considerazione che, sollecitando la centina con un impulso meccanico, si otterranno un più elevato numero di vibrazioni nell'intradosso tanto più la centina e la camorcanna saranno ben connessi; se i due elementi sono scollegati la trasmissione dell'energia meccanica sarà notevolmente ostacolata e si registreranno vibrazioni di piccola entità.



Vibrometro OMETRON 100



Esempio di risultato con vibrometro

LA SPERIMENTAZIONE IN LABORATORIO SUL SISTEMA ORIGINARIO

Con il fine di individuare gli interventi più idonei a restaurare le volte in camorcanna salvaguardando le decorazioni intradossali di cui sono ricche, presso il D.A.C.S. dell'Università Politecnica delle Marche si sono svolte numerose sperimentazioni volte a comprendere il comportamento meccanico e termo-igrometrico di tali strutture. Soprattutto in relazione al fatto che quello delle volte in camorcanna è un sistema molto eterogeneo. In particolare sono state effettuate:

■ Prove di caratterizzazione dei materiali storici (intonaco, canne e legno)

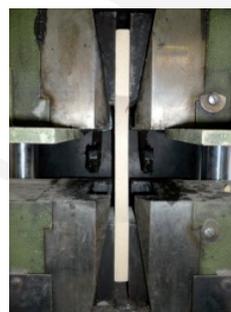
Sono stati determinati i parametri meccanici di tutti gli elementi che compongono il sistema.



Prova di flessione su provini di malta



Prova di compressione su provini di malta



Prova di trazione su provini di legno



Prova di permeabilità al vapore

■ Prove di caratterizzazione di porzioni di volta

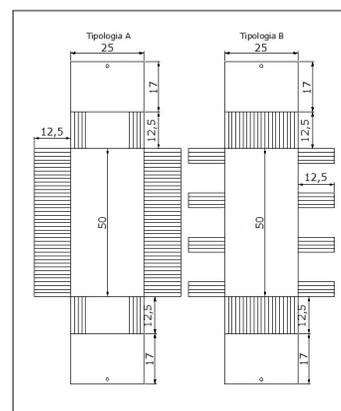
Data l'eterogeneità del pacchetto canna più intonaco si è caratterizzato il comportamento del sistema e valutato il vincolo di interfaccia tra i due materiali.



Prova di flessione su pannelli di camorcanna



Prova di taglio su pannelli di camorcanna



Prova di trazione su pannelli di camorcanna

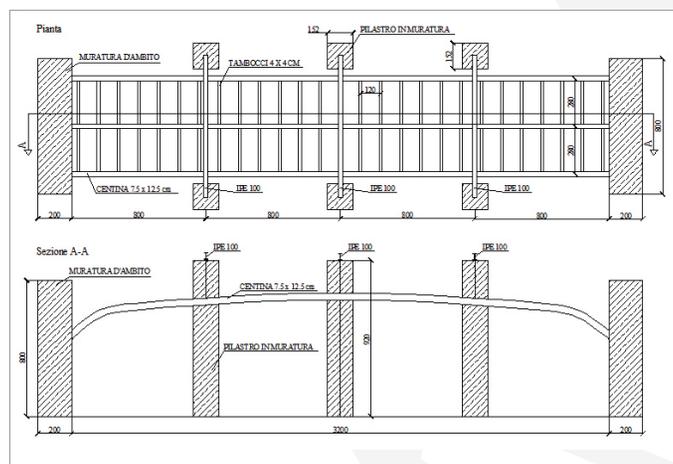
■ Prove di caratterizzazione delle centine lignee

È stata valutata l'efficienza della sezione costituita da più tavole chiodate assieme.



Prova di flessione su travi centinate

■ Prove di carico su volte in scala 1:1 costruite in laboratorio



Progetto esecutivo delle volte costruite in laboratorio



Tre volte con luce di 8 m sono state costruite presso i laboratori del D.A.C.S. e sono state sottoposte a prove di carico per capire il comportamento meccanico del sistema costruttivo nel suo complesso e tarare gli interventi minimi compatibili con la salvaguardia dell'intradosso di pregio.

LA SPERIMENTAZIONE IN LABORATORIO SUL SISTEMA CONSOLIDATO

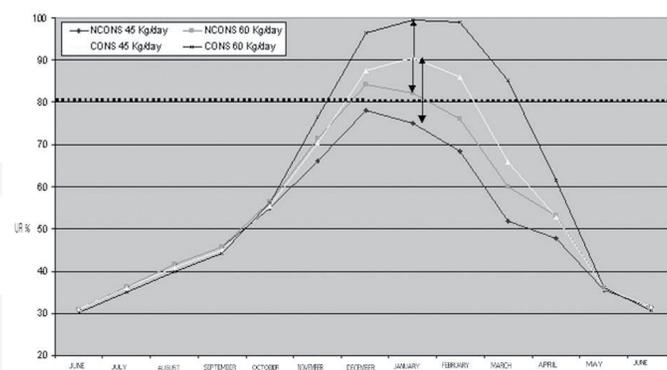
Numerose prove di laboratorio e simulazioni analitiche sono state effettuate presso il D.A.C.S. per verificare la reale efficacia delle più comuni tecniche di intervento e per testare nuove tecniche sempre più compatibili.

■ Valutazione delle variazioni delle proprietà termoigrometriche dei materiali a seguito degli interventi di consolidamento

Sono state effettuate prove di permeabilità al vapore, velocità di evaporazione, cicli di gelo e disgelo, assorbimento per capillarità, angolo di contatto.



■ Simulazioni numeriche per la verifica della durabilità



Tramite l'utilizzo di software per simulazioni dinamiche termo-igrometriche è possibile simulare l'efficacia degli interventi nel tempo in relazione alla salvaguardia dell'intradosso di pregio.

■ Prove di carico e a rottura su volte in scala 1:1 e su porzioni di volta costruite in laboratorio

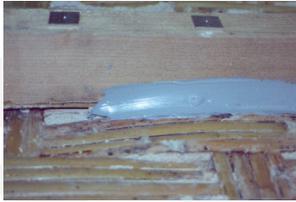
Prove di carico a trazione e a flessione sono state effettuate su provini consolidati, inoltre dopo aver indotto un ampio quadro fessurativo e deformativo alle tre volte costruite in laboratorio, si sono testati metodi di intervento innovativi basati sull'utilizzo di FRP e FRG. Si sono verificati inoltre sistemi di aggancio e sollevamento per recuperare la forma originaria di tali strutture e interventi volti a ristabilire le connessioni tra la struttura lignea e lo stuoiato qualora le chiodature non risultassero più efficaci.



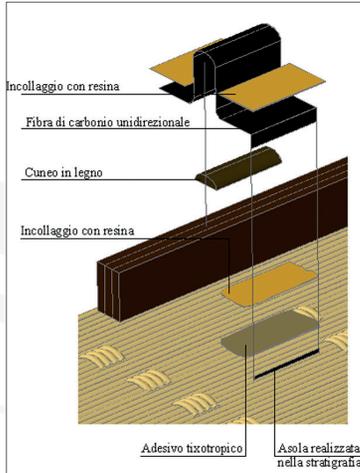
Consolidamento dell'intradosso con rete in CFRP bidirezionale



Consolidamento dell'intradosso con fasce in CFRP



Cordone di resina epossipoliuretana



Consolidamento extradossale

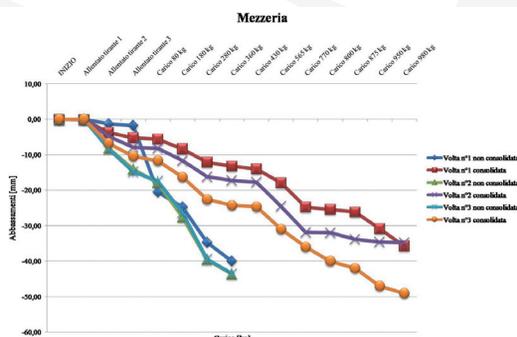
Dalle prove è emerso che il consolidamento discontinuo e puntuale con FRP non altera la traspirabilità del sistema ed è di notevole economicità.

Inoltre permette di intervenire in maniera puntuale e mirata salvaguardando il più possibile il valore artistico degli intradossi di pregio.

Gli elementi in FRP, infatti, hanno una altissima adattabilità alla forma, garantiscono ottime prestazioni meccaniche, sono contenuti in spessori esigui e non aumentano in modo sostanziale i carichi per le strutture di sostegno. Per non irrigidire eccessivamente il vincolo tra stuoiato e centina con le fasciature in FRP è possibile inserire "cuscinetti" in resina epossipoliuretana tra i due materiali.

L'utilizzo ad esempio in maniera puntuale di fibre di carbonio incollate con adesivo tixotropico è inoltre estremamente compatibile con le tecnologie e i materiali utilizzati nell'edilizia storica.

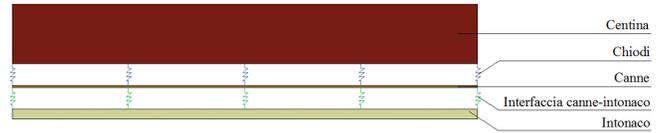
Molto importante è apparso il ruolo di eventuali "sospensioni", queste non dovranno essere rigide flessionalmente in modo da permettere i movimenti relativi della volta impedendo però gli abbassamenti verticali; ciò può essere realizzato tramite l'utilizzo di cavi o catene che creano un vincolo monolatero verticale.



Confronto dei risultati delle prove di carico sulle volte non consolidate e consolidate. È evidente l'aumento di rigidità e di resistenza che il consolidamento dà al sistema

LA MODELLAZIONE NUMERICA

La messa a punto di un modello analitico che descriva il comportamento meccanico di tali volte permette di avere uno strumento di previsione per tarare l'intervento e una base per una approfondita analisi parametrica con il fine di individuare quali parametri influenzano maggiormente il comportamento di tali volte, in relazione soprattutto alla salvaguardia dell'intradosso di pregio.



Schema della stratigrafia adottata nel modello

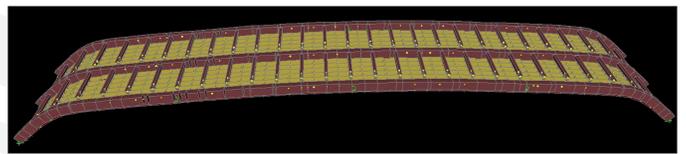
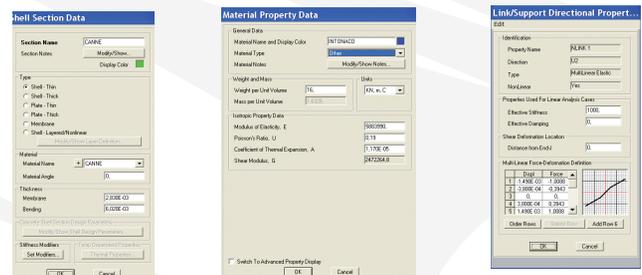
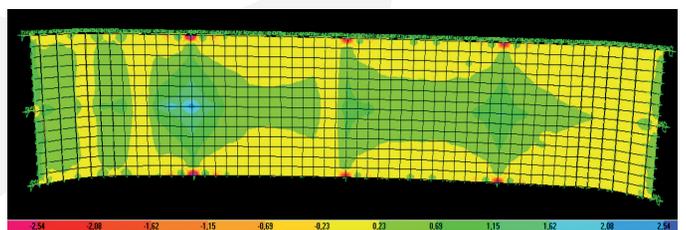


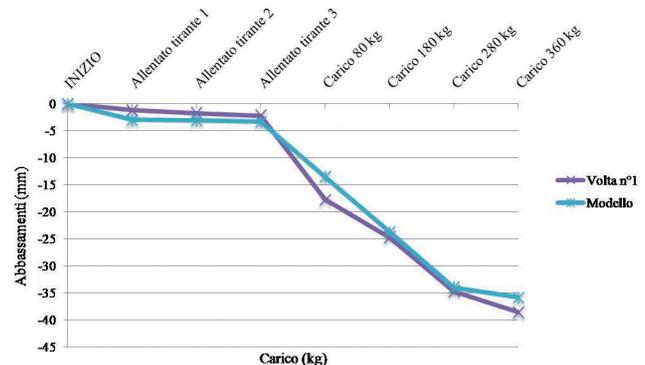
Immagine del modello agli elementi finiti



Inserimento dati nel software di calcolo



Stato tensionale della volta nel modello FE



Confronto tra il modello e la volta n°1

ALCUNI ESEMPI DI INTERVENTO

■ All'intradosso...

Quando l'intradosso della volta presenta stucchi solo sulle parti perimetrali, è possibile consolidare tramite fasce in CFRP, incollate attraverso resine epossidiche; la compatibilità e l'efficacia dell'intervento sono garantite dai risultati della sperimentazione effettuata in laboratorio.



Posa in opera delle fasce in CFRP



Il plafone consolidato all'intradosso

■ All'estradosso...

Per garantire o ripristinare l'aggancio tra centina e stuoiato è possibile porre in opera speciali cavallotti in CFRP. Nel caso in cui il distacco tra legno e stuoiato fosse diffuso è possibile porre in opera fasce estradosali sempre in CFRP a cavallo dei tambocchi aventi la stessa funzione dei cavallotti posizionati sulle centine.



Cavallotti in CFRP



Fasce in CFRP estradosali

■ Sullo stuoiato...

Le mancanze possono essere ripristinate con nuovo stuoiato, realizzato con canne intrecciate nelle stesse modalità di quelle esistenti, sovrapposto a quello antico, chiodato alla struttura lignea ed eventualmente reso solidale al vecchio stuoiato attraverso malte opportunamente formulate.



Realizzazione dello stuoiato



Sovrapposizione dello stuoiato nuovo con il vecchio

Nella eventuale realizzazione del nuovo intonaco è necessario utilizzare materiali dalle caratteristiche meccaniche e termo-igrometriche simili a quelli esistenti.

■ Sulle centine lignee e sui tambocchi...

In presenza di degrado della struttura lignea è possibile effettuare protesi in legno per le centine e sostituire o ripristinare i tambocchi ammalorati o mancanti.



Protesi sulla centina

In presenza di fessure e spaccature longitudinali sulle centine è possibile, evitando la sostituzione della tavola dissestata, applicare cerotti in CFRP, incollati mediante resina epossidica.



Applicazione del cerotto in CFRP

Per non eliminare le chiodature che sorreggono lo stuoiato i tambocchi ammalorati possono essere affiancati con tambocchi nuovi realizzati a misura e chiodati a quelli vecchi e ancorati alla centina mediante chiodi "alla traditora".



Affiancamento di nuovi tambocchi a quelli vecchi ammalorati

La presenza di distacchi tra centina e stuoiato può essere colmata con l'applicazione di cordoni in resina epossipoliuretana.



Distacco tra struttura lignea e stuoaiato



Applicazione di un cordone di resina epossipolietanica

■ Sul sistema di sospensione...

Il degrado delle volte in camorcanna sospese è dovuto per lo più a malfunzionamenti delle sospensioni stesse dovute a varie cause, tra cui il danneggiamento dei tiranti o dei punti di aggancio o il cattivo predimensionamento iniziale.

Per questo motivo è preferibile, qualora si valutasse l'inefficacia delle sospensioni esistenti, realizzare un sistema di sospensione nuovo, disponendo in modo adeguato i punti di ancoraggio.

È importante realizzare sospensioni non rigide flessionalmente, garantendo quanto più possibile l'indipendenza tra la volta e la copertura. Per questo motivo si possono realizzare sospensioni tramite catene di acciaio, ancorate tramite speciali ganasce di acciaio alle centine.



Punto di sospensione della centina

Molto spesso le sospensioni sono ancorate sulle catene delle capriate di copertura. Applicare un carico concentrato sulla catena è sconsigliabile, mentre è preferibile appendere il sistema ai puntoni delle capriate. Qualora occorresse appendere in più punti la volta potrebbe essere necessario creare una struttura appoggiata sui puntoni delle capriate a cui agganciare le sospensioni. Tale struttura può essere realizzata con elementi componibili in acciaio, come nell'esempio seguente.



Trave IPE 240 appoggiata su due puntoni

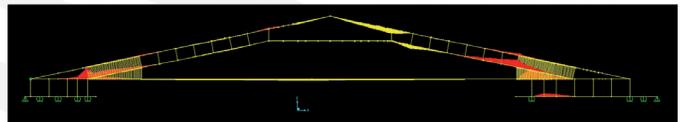


Particolare del nodo di giunzione di due IPE 240

■ Sulle strutture lignee a cui sono appese...

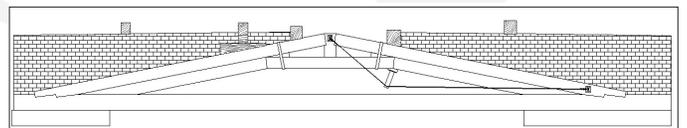
A volte può essere necessario assicurarsi che le strutture lignee di copertura a cui le volte possono essere appese rispettino gli standard normativi attuali. L'analisi può essere effettuata attraverso software di calcolo agli elementi finiti.

Nell'esempio sottostante si nota come alcuni elementi di una capriata non rispettano gli standard attuali. L'analisi può essere effettuata attraverso software di calcolo agli elementi finiti.

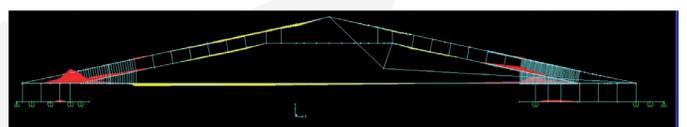


Modello della capriata FEM allo stato di fatto

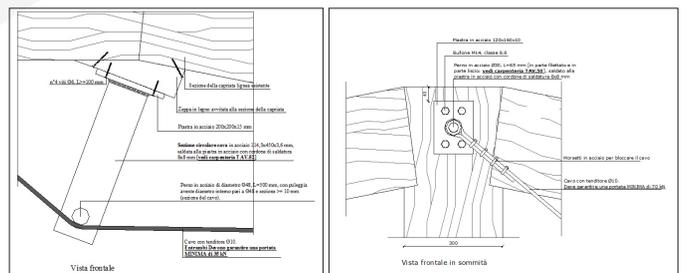
L'intervento di consolidamento in questo caso ha previsto la posa in opera di carpenteria metallica e cavi di acciaio, intervento completamente reversibile.



Progetto di intervento sulla capriata



Modello della capriata FEM dopo l'intervento



Particolare del puntone inserito

Particolare della piastra di sommità



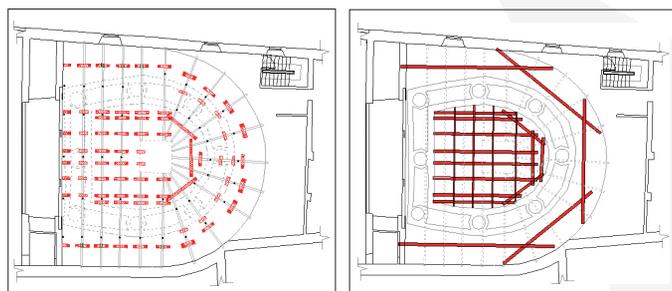
Foto del puntone inserito



Foto della piastra di sommità

■ Il sollevamento...

Nel caso in cui si rilevino notevoli abbassamenti differenziali tra le centine tali da deformare l'intradosso della volta, è possibile recuperare la forma originaria attraverso il sollevamento della volta stessa dall'estradosso. A titolo esemplificativo si riporta il caso di studio del Teatro dei Filarmonici di Ascoli Piceno, dove la volta presentava abbassamenti dell'ordine di 30-40 cm che avevano danneggiato pesantemente la volta. Allo scopo di salvaguardare le decorazioni presenti si è deciso di realizzare un intervento di tipo discontinuo, con l'applicazione di fasce intradossali in CFRP con funzione di sostegno dell'intonaco durante la fase di sollevamento.



Progetto esecutivo: Posizionamento dei cavallotti all'estradosso

Progetto esecutivo: Posizionamento delle fasce all'intradosso

Terminata l'applicazione delle fasce e dei collegamenti tra queste e la struttura centinata, realizzati mediante "cavallotti" sempre in CFRP opportunamente modellati, è stato possibile procedere con il sollevamento della volta, allo scopo di recuperare la forma originale. Il sollevamento è stato costantemente monitorato tramite comparatori centesimali posti all'intradosso e all'estradosso per verificare che non ci fossero distacchi tra il supporto di canne e l'intonaco.



Comparatore centesimale all'intradosso



Comparatore centesimale all'estradosso

Dal confronto tra il prima e il dopo è possibile apprezzare il recupero della forma originaria della volta.



Prima

Dopo

Prima

Dopo

■ ...Il restauro pittorico e decorativo...

In accordo con gli Enti competenti è possibile realizzare un'indagine sui colori originali e procedere poi con il restauro pittorico e decorativo.



Prima

Dopo

Prima

Dopo

Bibliografia

- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M. (2005).
Recupero e conservazione di volte in "camorcanna". Dalla "regola d'arte" alle tecniche di intervento.
Editrice Alinea, Firenze, ISBN 88-6055-007-6.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M. (2009).
Light vaults with frescoes or stuccoes strengthened by GFRP, the role of the reinforcement on intrados strains: first experimental data.
International Journal of Architectural Heritage, Taylor & Francis, DOI: 10.1080/15583050903115069, ID UARC-2009-0147.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M., STAZI A. (2006).
Rehabilitation and consolidation of high-value "camorcanna" vaults with FRP.
Journal of Cultural Heritage, Volume 7, Issue 1, January-March 2006, Pages 13-22, Elsevier Press.
- QUAGLIARINI E. (2006).
Strutture in legno nei teatri all'italiana tra '700 e '800. Letture sugli interventi di recupero realizzati: i plafoni a copertura della sala.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 69, pp. 52-59, DeLettera Editore.
- QUAGLIARINI E., CIARLONI L. (2006).
Strutture in legno nei teatri all'italiana tra '700 e '800. Il legno come materiale da costruzione della sala: l'accesso dibattito tra XVIII e XIX secolo.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 68, pp. 40-46, DeLettera Editore.
- QUAGLIARINI E., MALATESTA C. (2005).
Strutture in legno nei teatri all'italiana tra '700 e '800. Tipologie e tecniche realizzative: le capriate di copertura, il "pozzo" dei palchetti e il plafone sommitale. Tipologie di riferimento e correlazioni.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 66, pp. 36-41, DeLettera Editore.
- QUAGLIARINI E., CIARLONI L. (2005).
Strutture in legno nei teatri all'italiana tra '700 e '800. Tipologie e tecniche realizzative: il "castello" dei palchetti e i soffitti plafonati.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 65, pp. 48-55, DeLettera Editore.
- QUAGLIARINI E. (2005).
Strutture in legno nei teatri all'italiana del '700 e '800. Dalla "Regola dell'arte" ai criteri di intervento.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 64, pp. 70-77, DeLettera Editore.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M. (2004).
Dipinti su incannucciato. Comportamento meccanico ed igrometrico di fasciature in FRP su volte ad incannucciato. L'uso alternativo di molle elastiche.
MODULO n°297, pp. 1150-1153, BE-MA Editrice, Dicembre 2003-Gennaio 2004.
- D'ORAZIO M., GIACCHETTI R., QUAGLIARINI E., STAZI A. (2002).
Le volte in camorcanna di pregio: recupero e messa in sicurezza sismica.
BOLLETTINO DEGLI INGEGNERI. vol. 7, pp. 9-12.
- QUAGLIARINI E. (2002).
Il recupero delle strutture lignee rivestite con stuoiati: nuove tecnologie di consolidamento, valutazione del comportamento meccanico.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 46, pp. 56-60, DeLettera Editore.
- D'ORAZIO M., QUAGLIARINI E. (2002).
Il recupero delle strutture lignee rivestite con stuoiati: interventi di consolidamento, valutazione del comportamento meccanico.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 44, pp.62-66., DeLettera Editore.
- STAZI A., D'ORAZIO M., QUAGLIARINI E. (2002).
Il recupero delle strutture lignee rivestite con stuoiati: dalla conoscenza del sistema costruttivo alle tecniche di intervento.
RECUPERO E CONSERVAZIONE. vol. 43, pp. 62-67, DeLettera Editore.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M. (2004).
Criteri per il restauro ed il consolidamento di volte in "camorcanna" con intradosso di pregio.
In IL RESTAURO DI PALAZZO BUONACCORSI: RIFLESSIONI A CONFRONTO DOPO UN ANNO DALL'INIZIO DEI LAVORI, a cura di M. Zampilli, pp. 61-68, Biemmegraf di Piediripa di Macerata, 2004.
- QUAGLIARINI E., PETRUCCI E., TERPOLILLI R. (2009).
La conservazione del plafone in legno del Teatro Filarmonici di Ascoli Piceno: la conoscenza come input iniziale per l'intervento di restauro, in Atti del XXV convegno internazionale scienza e beni culturali CONSERVARE E RESTAURARE IL LEGNO CONOSCENZE, ESPERIENZE, PROSPETTIVE, pp. 649-666 e TAV. 25, Bressanone 23-26 giugno 2009, Edizioni Arcadia Ricerche, ISBN 978-88-95409-13-9.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M. (2005).
Compatibilità di interventi con FRP su volte in "camorcanna" di pregio.
In Proceedings of the INTERNATIONAL CONFERENCE "CONSERVATION OF HISTORIC WOODEN STRUCTURES", 23-27 February 2005, Florence, vol.1, pp. 444-451, Gennaro Tampone ed.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M., STAZI A. (2004).
Criteri per il recupero e la conservazione di volte in "camorcanna" con intradosso di pregio.
In Atti del Primo Congresso Annuale Ar.Tec. INTERSEZIONI E MUTAZIONI NEI RAPPORTI TRA ARCHITETTURA E TECNICA, Roma, 3-4 dicembre 2004, ISBN 88-6026-035-3.
- QUAGLIARINI E., D'ORAZIO M., STAZI A. (2004).
Durability assessment of FRP wraps applied on high artistic "plaster and reeds" vaults.
In Proc. of SAHC2004: IV Int. Seminar on STRUCTURAL ANALYSIS OF HISTORICAL CONSTRUCTIONS - POSSIBILITIES OF EXPERIMENTAL AND NUMERICAL TECHNIQUES, Padova, Italy, November 10-13, vol.2, pp. 883-889, A.A. Balkema Publishers, London, UK, ISBN 0415363799.
- QUAGLIARINI E., GIACCHETTI R., D'ORAZIO M., STAZI A. (2004).
Criteria for the restoration and consolidation of "camorcanna" vaults with precious intrados.
In Atti del first international conference on INNOVATIVE MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION AND RESTORATION, IM-TCR-04, Lecce, June 6-9, 2004, vol. 2, pp. 403-416, Liguori Editore, Napoli, ISBN 88-207-3678-0.
- D'ORAZIO M., QUAGLIARINI E., STAZI A. (2003).
Assessment of the durability of FRP wraps applied on the upper surface of artistic "plaster and reeds" vaults.
In Atti del seminario internazionale MANAGEMENT OF DURABILITY IN THE BUILDING PROCESS, Milano, 25-26 giugno 2003, Maggioli Editore.
- D'ORAZIO M., QUAGLIARINI E., STAZI A. (2001).
La conservazione di stucchi e ornati su strutture ad incannucciato: aspetti meccanici ed igrometrici.
In LO STUCCO - CULTURA, TECNOLOGIA, CONOSCENZA., vol. 1, pp. 579-588. XVII Convegno Internazionale Scienza e Beni Culturali, Bressanone 10-13 luglio 2001, Edizioni Arcadia Ricerche.

AhRCOS® S.r.l.
Tel. 051 / 72 .57. 63
C.F. e P.iva 01907030389
Capitale sociale: € 50.000 i.v.
Iscr. Reg Imprese Ferrara n° 01907030389
info@restauroeconsolidamento.it · info@ahrcos.it

Sede Legale:

Via Statale, 88/1 - 44042 - CENTO (FE)

Sede Amministrativa e Uffici Tecnici:

Via Secci, 5 - 40132 - BOLOGNA (BO)

Laboratorio specialistico ricerca e sviluppo e Deposito:

Via Secci, 7 - 40132 - BOLOGNA (BO)

Sede operativa:

Piazza San Venceslao 776/4 - Václavské náměstí 776/4
110 00 - PRAHA 1 (CZECH REPUBLIC)

Sede operativa:

Via L. Da Vinci, s.c. - 67100 - L'AQUILA (AQ)

Deposito e centro raccolta materiali:

Via Argentina, s.c. - 44042 - CENTO (FE)

Deposito:

Preslova, 652/19
150 00 - PRAHA 5 (CZECH REPUBLIC)

Sede operativa e punto assistenza:

Křižovnická, 86/6 - 110 00 - PRAHA 1 (CZECH REPUBLIC)

Sede operativa:

Via Castelfidardo, 6 - 61121 - PESARO (PU)



Attestazione SOA: OG01 CL. IV-BIS · OG02 CL. IV-BIS – OS21 CL. III-BIS – OG05 CL. I – OS7 CL. I – OS8 CL. I

Certificazione di qualità ISO 9001:2008

Certificazione secondo Linee Guida Inail per il sistema della gestione della salute e della sicurezza sul lavoro (SGSL).

Certificazione ISO 14001 certificazione di Sistema di Gestione Ambientale - Impegno tutela per l'ambiente



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura

Via Brezze Bianche - 60130 - Ancona
Tel. +39 071 2204248 · Fax: +39 071 2204378



member of
assorestauro ASS.I.R.C.CO.