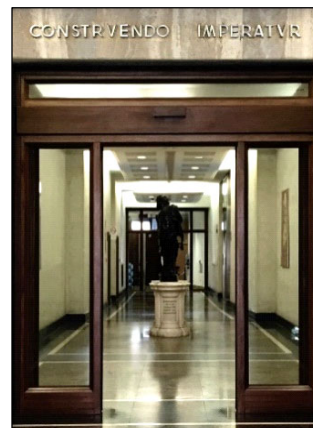




# Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE  
PER IL LAZIO, L'ABRUZZO E LA SARDEGNA

SEDE CENTRALE DI ROMA



**IL RUP**  
**Arch. Antonio Napolitano**

**IL PROGETTISTA**  
**prof. arch. Paolo Rocchi**  
Via Guido Banti n.7 - 00191

**COLLABORATORI**  
**arch. Renato Salvemini**  
Coordinatore della progettazione  
**arch. Caterina Galletti**  
Coordinatore progetto di restauro

**CONSULENZE SPECIALISTICHE**  
**dott.ssa Marina Maugeri**  
Interventi di restauro e risanamento conservativo  
**ing. Alessandro Casciari**  
Progettazione strutturale  
**dott. geol. Donatella Pingitore**  
Indagini geognostiche e relazione geologica  
**prof. arch. Carlo Bianchini**  
Sapienza Università di Roma  
Rilievo laser scanner e verifiche geometriche

## CHIESA DEI SS. BIAGIO E CARLO AI CATINARI

MINISTERO DELL'INTERNO (FEC) PROGETTAZIONE DEFINITIVA - ESECUTIVA E DI  
COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE DEI LAVORI DI  
COMPLETAMENTO DI RISANAMENTO CONSERVATIVO E DI CONSOLIDAMENTO GENERALE  
DELLA CHIESA DI SS. BIAGIO E CARLO AI CATINARI IN ROMA

N.	REVISIONE	DATA
00		17/12/2018
01		19/03/2019
02		
03		

IL DIRETTORE DEI LAVORI

L'IMPRESA

<input type="checkbox"/>	PROGETTO PRELIMINARE	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO DEFINITIVO	<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO ESECUTIVO
--------------------------	----------------------	-------------------------------------	---------------------	-------------------------------------	--------------------

	STATO DEI LUOGHI		<input checked="" type="checkbox"/>	PROGETTO	
--	------------------	--	-------------------------------------	----------	--

<input type="checkbox"/>	RILIEVO	<input type="checkbox"/>	ARCHITETTURA	<input checked="" type="checkbox"/>	STRUTTURE	<input type="checkbox"/>	RESTAURO
--------------------------	---------	--------------------------	--------------	-------------------------------------	-----------	--------------------------	----------

ELABORATO		ELABORATO		DESCRIZIONE DELL'ELABORATO				FORMATO	
RELAZIONE		PM_S		PIANO DI MANUTENZIONE - STRUTTURE				A4	

P.D. P.E.	PROG	E.R.	STR.	P.D.M. STR.	01	01	DATA 19/03/2019
--------------	------	------	------	----------------	----	----	--------------------

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE D'USO**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

**COMMITTENTE:** Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

Roma 19/12/2018

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Arch. Paolo Rocchi)

# PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **Roma**

Provincia di: **Roma**

OGGETTO: Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

## Stato di fatto

### Analisi del quadro dei dissesti

Per poter individuare i reali meccanismi di crisi dinamica ed il movimento relativo tra i vari corpi a contatto, è stato effettuato un rilievo puntuale dei danni, sul quale si basa l'analisi delle relative cause. Il quadro fessurativo è molto esteso e riguarda sia le strutture verticali, che gli archi e la cupola. Sulla base del rilievo del quadro fessurativo e della conseguente distribuzione delle lesioni, ed anche grazie alla lettura dei documenti d'archivio, è stato possibile ricostruire i dissesti subiti dalla struttura, differenziando nella progettazione, quelli già sanati da quelli tuttora in fase attiva.

La conformazione strutturale propria della fabbrica, e soprattutto quella relativa al contesto esterno rappresentato dalla presenza o meno di elementi di contenimento, hanno portato a presupporre un movimento traslazionale del manufatto in direzione dell'angolo sud - ovest (tra piazza Cairoli e via Monte della farina) non contrastato staticamente. È inoltre ipotizzabile che tale meccanismo di rottura abbia innescato il distacco della facciata. Tale dissesto è stato sanato parzialmente, con il rinforzo estradossato delle volte della navata e del transetto (1995-2000), e con la messa in opera delle catene sugli arconi (2013) trasversali della crociera, elementi che con la loro spinta hanno probabilmente prodotto il movimento medesimo. Gli arconi di scarico del tamburo presentano lesioni a "parabola" causate molto probabilmente dal forte peso del tamburo stesso e della sovrastante cupola. Le fessure sembrano di vecchia data e quindi non più in evoluzione. Il tamburo sembra oggi ben contenuto; ciò, come già accennato, sembra dovuto alla presenza delle cerchiature originarie e di quella aggiunta alla sua base (1995-2000). Il quadro fessurativo inerente la cupola lascia supporre la presenza di analoghi elementi di contenimento anche in sommità del tamburo medesimo, alla base della cupola; purtroppo a causa di difficoltà di accesso in quota non è stato possibile eseguire tale riscontro; sarà comunque necessario procedere con tale verifica nella fase successiva di progettazione. All'interno della cupola sono presenti lesioni profonde di vecchia data causate molto probabilmente da eventi dinamici esterni avvenuti nel corso dei secoli. Anche senza aver potuto analizzare in questa fase lo stato di consistenza delle murature, appare opportuno prevedere un insieme di opere di contenimento atte a compattarne la struttura. La lanterna risulta fortemente dissestata, con le colonnine in travertino tagliate a 45° in corrispondenza delle zanche metalliche di collegamento alla muratura circolare interna, vero elemento portante del cupolino (vedere Documentazione fotografica foto dalla n. 8 alla n. 11). Tali elementi in ferro hanno probabilmente contribuito a provocare il dissesto, imputabile forse anche ai cannoneggiamenti e ai fulmini che più volte hanno colpito la fabbrica (cfr. Ricerca storico-critica e risultanze delle ricerche d'archivio). Il dissesto si è

manifestato anche con uno scorrimento alla base delle colonne: il ridotto carico verticale, infatti, costituito dal cornicione, non è riuscito a contrastare le forze orizzontali di traslazione innescate dalle azioni dette. Inoltre, l'appoggio delle colonne risulta puntuale e non continuo scaricandosi su un allettamento di malta disgregata, fenomeno rilevato anche sulla muratura di supporto sottostante. Tali dissesti sono stati opportunamente sanati con l'intervento di recupero dei lavori appaltati nel 2013, durante i quali sono stati effettuati interventi di consolidamento e restauro (*Cfr. par. 5.2.1.2*) volti al ristabilimento dell'unità delle singole colonne ed al ripristino di un idoneo collegamento con la muratura d'ambito. Sono stati invece rilevati segni di dissesto a carico delle murature del livello seminterrato che, dai carotaggi eseguiti, risultano essere costituite da un conglomerato di scapoli di peperino, travertino, marmo, tufo e laterizi legati da malta pozzolanica. Seguito si riassumono puntualmente i principali dissesti rilevati sul Monumento in esame.

Lesioni profonde e passanti inclinate verso la facciata nelle cappelle Cavallerini (entrando nella chiesa a sinistra) e Costaguti (a destra), più evidenti nella cappella Cavallerini che, nell'arcata, presenta comunque un tirante recentemente posizionato.

Lesioni diffuse inclinate verso gli appoggi in prossimità della chiave dei 4 arconi di raccordo tra i pilastri ed i pennacchi della cupola che sembrano denotare una depressione della chiave.

Lesioni diffuse e lesioni profonde localizzate in particolare su due maschi murari del tamburo diametralmente opposti (*vedere Tav. 2Rsf – Pianta del livello sottotetto*) causati presumibilmente, come già accennato, da una maggiore rotazione delle strutture verso l'angolo sud-ovest privo di contrasto. Ciò giustifica anche i maggiori dissesti rilevati all'interno della cappella Cavallerini rispetto alla Cappella Costaguti e sopra descritti.

## **Progetto di consolidamento**

### **Premessa e indirizzi metodologici**

In linea con le Teorie, i Principi e le Carte del Restauro, gli interventi si ispirano, in linea di massima, ai criteri propri del restauro critico, ovvero del restauro conservativo modernamente inteso, ovviamente senza censure aprioristiche – in casi limite – verso il restauro di ripristino. In tale ambito, il Consolidamento degli edifici storici si pone come parte – non meramente tecnica – della più ampia disciplina del Restauro architettonico, mezzo attraverso il quale conseguire l'obiettivo finale della Conservazione. Quindi interventi minimi, appropriati, compatibili, reversibili, distinguibili e consapevoli dei costi/benefici, non solo dal punto di vista economico. L'iter dell'intervento deve essere coniugata quindi alle istanze conseguenti:

- il perché dell'operare;
- l'accertamento delle necessità;
- l'individuazione del sistema migliore;
- il controllo dell'efficacia conseguente;
- la durabilità;
- l'incidenza sull'immagine o sulla sua reintegrazione.

Il Consolidamento degli edifici storici, quindi, quale percorso colto sospeso tra Conoscenza e Scienza con la prima a sottolineare l'esergo "conoscere per intervenire" e la seconda a superarlo in "conoscere per non intervenire". Il progetto di consolidamento

proposto per la chiesa di San Carlo ai Catinari segue, dunque, fedelmente queste linee guida metodologiche. Il presente progetto si prefigge lo scopo di continuare e soprattutto di completare il lavoro intrapreso oramai più di 10 anni fa, al fine di porre in maniera definitiva in sicurezza l'intero apparato strutturale della chiesa. Gli interventi potranno incidere efficacemente sui meccanismi cinematici di possibile collasso, anche in riferimento alla cupola per la quale, com'è noto, risulta al momento impossibile un intervento di consolidamento strutturale dall'estradosso, date le evidenti difficoltà di accesso e praticabilità dall'esterno, oltre alle attuali limitazioni economiche. D'altra parte, per la cupola in particolare sono già stati eseguiti nel 2013 lavori di messa in sicurezza di tutto l'apparato decorativo, e l'attuale progetto si concentrerà, pertanto, sulla messa in sicurezza dell'apparato decorativo delle altre parti della chiesa. Si auspica per un futuro prossimo, la possibilità di un intervento all'estradosso della cupola, già previsto, peraltro, nel progetto preliminare, mediante applicazione sulla superficie esterna di fasce di fibra aramidica, in doppio strato disposte secondo i meridiani in corrispondenza delle costole e orizzontalmente, a passo costante di circa un metro e chiodate con barre di analogo materiale, previa rimozione delle lastre di piombo, pulitura e ricollocazione in sito con eventuale sostituzione degli elementi ammalorati. Le linee guida del presente progetto si fondano in generale sulla eliminazione delle azioni spingenti, laddove già non contrastate, delle strutture ad arco e della cupola. Come descritto nel precedente paragrafo dello Stato di fatto, i dissesti vanno imputati principalmente al forte carico trasmesso dalla mole della cupola e, dunque, alla notevole spinta che, sin dai tempi della costruzione, ha causato dissesti e per i quali sono stati effettuati continui interventi di riparazione negli anni che hanno però risolto il problema soltanto in modo parziale. I lavori compiuti sulla chiesa di cui si è riferito nello specifico paragrafo, hanno in parte contribuito a ridurre il carico del tamburo, alleggerendolo del peso della copertura, così come hanno messo in opera i presidi di contrasto la spinta di due degli arconi della crociera – due tiranti trasversali alla navata, ma si è ritenuto opportuno, sulla base del quadro fessurativo rilevato e delle analisi numeriche della modellazione matematica predisporre una serie di ulteriori interventi allo scopo di eliminare la spinta del peso della cupola e del tamburo.

## **Il progetto di consolidamento**

### *Cappelle Lateral*

All'interno della Chiesa sono presenti quattro cappelle laterali, le prime due alla sinistra ed alla destra dell'ingresso - rispettivamente Cappella Cavallerini e Cappella Costaguti – e le altre due poste all'altezza del presbiterio, dopo la crociera, posizionate sempre alla sinistra ed alla destra della navata – rispettivamente cappella Filonardi e Cappella S. Cecilia - . Tali ambienti, sovrastati da volte a cupola, come già detto più volte nelle analisi precedenti, mostrano evidentemente, nelle lesioni presenti, le conseguenze del meccanismo spingente, confermato anche dalle analisi numeriche, derivato dai gravi della cupola e del tamburo e trasmesso all'intero organismo attraverso gli arconi della crociera. Gli interventi previsti, di conseguenza, non mirano alla sola riparazione del danno ma ad inserirsi in un "sistema" di consolidamento generale che aumentando la rigidità sul piano orizzontale dell'intero complesso contribuisce a ripartire spinte e sollecitazioni sugli elementi strutturali verticali. Sulle volte delle cappelle - ad eccezione della cappella di

Santa Cecilia, recentemente restaurata, - con una volta dimensionalmente molto ridotta per la presenza di un grande oculo e che, a differenza delle altre, non possiede un lanternino superiore - è stata prevista, previo puntellamento sottostante e svuotamento del riempimento superiore, la posa in opera di una snella e leggera cappa di rinforzo con spessore di 4 cm e realizzata con malta a base di calce ed aggregati inerti (*tipo kimia Tectoria cocchioforte*) coadiuvata nella sua funzione di collaborazione con la struttura preesistente da una rete in fibra di vetro GFRP (*tipo Kimia Kimitech Wallmesh HR*). Tale rinforzo sarà collegato alle murature perimetrali ed alla muratura della ghiera dell'oculo centrale della volta della cappella stessa, con impernature annegate nella cappa estradossale e realizzate con barre ad aderenza migliorata in acciaio inox Ø 12 mm poste ad un passo di 50 cm l'una dall'altra, profonde rispettivamente 80 cm e 30 cm inserite in fori Ø 16 e sigillate, a loro volta, con resina. L'intervento mira a ridurre la componente orizzontale della spinta sui pennacchi inferiori. A contribuire con efficacia alla distribuzione omogenea delle sollecitazioni su tutto l'organismo, ed in particolare a contrastare le spinte orizzontali degli archi sulle murature d'ambito, e contribuire al trattenimento della facciata, sono anche le catene in acciaio zincato Ø25 in fori Ø40 previste, all'imposta degli archi di accesso di tutte le cappelle; tali catene saranno giuntate con manicotti tenditori avvitati ad entrambe le estremità filettate delle barre.

La perforazione delle murature dovrà avvenire, nel rispetto del monumento ed in particolare del suo apparato decorativo, previo bendaggio di sostegno e protezione delle decorazioni in stucco prossimali e con un carotiere provvisto di un sistema di recupero delle acque di raffreddamento. Le attestazioni delle catene saranno realizzate con piastre quadrate sempre in acciaio zincato 300x300mm s=30mm e nervate con piatti 300x70 S =15mm di analogo materiale uniti tramite saldature a cordone d'angolo (*cf. part. Tav. C.06*). Le attestazioni delle catene delle due cappelle all'ingresso saranno poste in opera sulla facciata principale, previa disarticolazione del paramento e successiva ricollocazione, mentre dal lato opposto, sulle colonne di sostegno della crociera, dove è presente un rivestimento in lastre marmoree, si procederà ad un taglio locale di tale rivestimento per una porzione di circa 60 x 60 cm, tale da permetterne la posa in opera; si provvederà successivamente, al riposizionamento della parte di lastra rimossa ed al restauro dei bordi tagliati. Per quanto riguarda le altre due cappelle le attestazioni come detto saranno analoghe ma, se da un lato saranno posizionate, analogamente alle precedenti, sotto le lastre di rivestimento dall'altro, all'interno degli ambienti delle tribune, saranno posizionate a contatto con la muratura previa demolizione locale dell'intonaco per un campo di circa 60 x 60 cm e lasciate a vista, avendo cura di riquadrare, successivamente alla posa in opera dei capochiave, l'intonaco circostante (*cf. Tav. C07*). In tutti i casi, infine il fissaggio sarà effettuato con doppi dadi esagonali e rosette.

#### Arconi della crociera e della navata

A completamento degli interventi strutturali di consolidamento dei lavori compiuti nel 2013 - così come era stato previsto nella progettazione preliminare - Sugli arconi longitudinali della crociera è stata prevista la posa in opera di due catene longitudinali Ø32mm in fori Ø50mm, poste alla quota dell'architrave della trabeazione che chiude l'ordine gigante che scandisce il prospetto interno della Chiesa. Le varie sezioni nelle quali esse si articolano, data la loro lunghezza, saranno giuntate con manicotti avvitati ad entrambe le estremità filettate delle barre; i capochiave finali saranno realizzati con piastre quadrate in acciaio

zincato 600x600mm s=30mm, provviste di nervature h= 70mm e s=15mm, (cfr. Tav. C7); tali attestazioni saranno poste in opera dal lato dell'ingresso della chiesa previa disarticolazione del paramento di facciata e sua successiva ricollocazione e dal lato opposto, accanto all'abside, all'interno dei locali ad uso del convento saranno posizionate a contatto con la muratura previa demolizione locale dell'intonaco per un campo di circa 100x100 cm, applicazione di rete in GFRP fibra di vetro per rinforzare la muratura stessa e lasciate a vista, avendo cura di riquadrare, successivamente alla posa in opera, l'intonaco circostante (cfr Tav. C07) . In tutti i casi il serraggio sarà effettuato con dado e controdado esagonali e rosette. Le tirantature previste incrementano, - insieme a quelle delle cappelle di ingresso Costaguti e Cavallerini - l'interconnessione tra la facciata ed il corpo della navata e assicurano, insieme a quelle già poste in opera, il contrasto delle spinte in direzione diagonale degli arconi sovrastati dalla cupola e dall'alto tamburo.concludere l'intero impianto di contrasto delle spinte degli arconi della chiesa, sui restanti tre grandi archi della navata uno all'ingresso della chiesa ingresso e due nell'abside è stata prevista la posa in opera di catene longitudinali analoghe alle altre per dimensioni - Ø32mm in fori Ø50mm – ed attestazioni -piastre quadrate in acciaio zincato 600x600mm s=30mm, con nervature h= 70mm e s=15mm. I capochiave di questi ulteriori elementi di contrasto saranno posti in opera previa rimozione locale del paramento delle lesene angolari di facciata, per la catena all'ingresso; dalla parte del fianco Nord- Ovest della Chiesa (corrispondente al Via del Monte della Farina) un capo chiave sarà occultato sotto l'intonaco della lesena angolare della facciata laterale della parte della sagrestia (cfr Tav. C07), e l'altro sarà a vista sul paramento murario in laterizio; analogamente sul lato opposto, cioè N-E, le piastre di attestazione delle catene degli archi absidali saranno a vista (cfr Tav. C07).è provveduto, infine, ad intervenire sulle attestazioni dei tiranti messi in opera nel 2013. Le piastre di attestazione di questi ultimi, infatti, appoggiandosi solo in parte sul risalto delle lesene presenti sul prospetto del fianco di Nord-Ovest - lato Via del Monte della Farina- risultano, quindi, essere parzialmente prive del contrasto murario posteriore. Per risolvere tale problema si è ipotizzato di realizzare, previo smontaggio del capo chiave, un ringrosso murario a tergo, armato, realizzato con mattoni laterizi e ricorsi armati con rete in fibra di vetro (GFRP) tipo "Kimia Kimitech wallmesh hr " allettati con malta strutturale fibrorinforzata a base calce tipo "Kimia Tectoria M15". Il ringrosso sarà, a sua volta, ancorato alla muratura retrostante con barre in fibra di vetro Ø12mm in fori Ø16mm sfioccate sulla rete più esterna, ed inghisate con resina epossidica. Dopo la realizzazione del ringrosso saranno rimesse in opera le attestazioni.

ai presidi di contrasto citati, su tutti gli arconi, è stato previsto un intervento di "riparazione del danno", danno rappresentato dalle evidenti lesioni presenti in chiave. Come già detto sulla chiave degli archi della crociera sono stati messi in opera al di sotto della chiave, durante i lavori del 2013, presidi metallici di sicurezza – piastre di acciaio nervate - che hanno impedito lo slittamento della muratura in corrispondenza delle lesioni. Tali presidi, prima di intervenire con le operazioni di consolidamento, dovranno essere rimossi insieme al loro sistema di sostegno superiore già descritto. Per ripristinare la continuità muraria ed irrigidire e rinforzare tutti gli archi della crociera, della navata e della parte absidale, si procederà, quindi, con cuciture armate radiali all'interno della ghiera, mediante inserimento di barre in acciaio inox Ø12mm in foro Ø16mm, sigillate con resine epossidiche, disposte radialmente ed inclinate di circa 65° rispetto al piano verticale degli

archi. La posizione ed i passi dei fori di tali imperniature sono stati previsti nel rispetto delle decorazioni presenti all'intradosso degli arconi stessi; i fori, che saranno praticati previo bendaggio di protezione delle decorazioni, infatti, sono posizionati all'interno dei campi intonacati delle specchiature di intradosso salvaguardando sia la decorazione ad ovuli dorata del bordo sia la parte figurativa del campo centrale. (cfr. Tav. C06).

### Consolidamento delle cornici

#### *Ordine maggiore*

L'intervento su tale importante elemento della principale partitura architettonica della chiesa è stato progettato con un duplice scopo:

Come *rinforzo della cornice*, inserendosi all'interno delle opere, sistematicamente previste, affinché si possa intervenire efficacemente ed in sicurezza, sia per la manutenzione su luci ed impianti sia per il fondamentale controllo, più ravvicinato, rispetto a quello possibile da terra, dell'apparato decorativo della chiesa.

Come *struttura-cordolo*, perimetrale all'intero organismo della chiesa, in grado insieme alle altre opere già descritte di contribuire efficacemente ad aumentare la rigidità delle strutture sul piano orizzontale e, di conseguenza a ripartire in maniera più uniforme le componenti orizzontali delle sollecitazioni agenti sui maschi murari, compensando quell'asimmetria dei contrasti più volte evidenziata precedentemente, già più volte evidenziato anche negli altri interventi previsti la progettazione della struttura parte anche dalla volontà di non interferire con l'apparato decorativo dell'edificio; per questo è stato previsto un intervento dall'alto, rimovibile, non visibile e non invasivo. L'elemento cordolo è costituito da:

Un profilato in acciaio zincato a L 200x200x15mm, disposto su tutto il perimetro esterno dell'oggetto maggiore, ancorato alle murature circostanti tramite perfori di lunghezza pari 80 cm (alternati tra orizzontali e inclinati) a Ø16mm in foro Ø12mm, ed alla cornice inferiore con barre verticali analoghe di lunghezza pari a circa 70 cm in fori della stessa dimensione degli altri, tutti sigillati con resine epossidiche, l'interasse delle perforazioni dovrà essere di 50 cm.

Profilati in acciaio zincato a T 150 s=10mm disposti ortogonalmente alla cornice, collegati alla L di bordo con saldature a cordone d'angolo, ed alla muratura della cornice sottostante con barre verticali in acciaio inox sempre Ø12mm in foro Ø16mm con passo di 50 cm

Un piatto in acciaio zincato 150mm s=10mm disposto lungo il perimetro esterno della cornice, unito ai profili a T trasversali con saldature a cordone di angolo ed ancorato alla cornice inferiore con barre inclinate in acciaio inox Ø12mm di lunghezza pari a circa 160 cm, in fori Ø16mm con passo di circa 50 cm a loro volta sigillati con resine epossidiche (cfr. Tav. C.06).

#### *Cornice dell'anello del tamburo*

Anche questo intervento, come quello precedente, avrà la funzione di rinforzo del cornicione percorribile, ma al contempo anche di cerchiatura alla base del tamburo, collaborante con quelle preesistenti. Il cordolo sarà analogo a quello previsto sulla cornice



della trabeazione della chiesa; si veda, quindi la descrizione della voce al paragrafo precedente. (cfr. Tav. C.06).

### *Campanile*

Il campanile a “vela” è costituito da un unico muro verticale spesso circa 150 cm con terminazione di forma triangolare, forato dai due lunghi vani campanari verticali; questi ultimi, adiacenti, sono divisi nella lunghezza da un esile solaietto in due parti, quella sottostante di forma rettangolare e la superiore terminante con archi quasi tangenti alla linea di colmo del “timpano”, sulla chiave dei quali sono visibili lesioni verticali. Per contrastare l’apertura dei vani campanari è stata inserita in passato una cerchiatura costituita da due profili opposti in acciaio a doppio T, posti sui fianchi della muratura in cui è inserita una coppia di barre tiranti - una barra per ogni lato del campanile - inserite in fori praticati nei profilati ed attestate con dadi. È evidente, e confermato dalla modellazione matematica, che tale elemento rappresenta una forte vulnerabilità dal punto di vista sismico in quanto la muratura risulta essere snella e libera senza contrasti per l’intera altezza ed in più indebolita dalle aperture verticali e spingenti delle due celle campanarie. È previsto, di conseguenza un intervento che ponesse rimedio sia alla vulnerabilità dovuta alla spinta degli archi, sia a quella dovuta alla grande luce libera di inflessione della muratura. Per i vani campanari si prevede, quindi, - previa rimozione delle cerchiature esistenti e dell’intonaco ove necessario - l’inserimento di 2 telai centrali per ogni vano, costituiti da piatti metallici zincati 200x15 mm. I piatti verranno collegati alla muratura retrostante mediante perfori  $\phi 16$  a passo di 30 cm e lunghezza pari a 30 cm, armati con barre in acciaio M14 e iniezioni con resine epossidiche. Alla base dei telai, in corrispondenza con la muratura piena del campanile, al fine di evitare il ribaltamento dello stesso, verranno realizzati 4 perfori per ogni cella, di diametro pari a  $\phi 30$  di lunghezza pari a 6.00 m, armati con barre  $\phi 24$  e iniezioni con malte cementizie antiritiro. Per evitare lo sfilamento delle barre verticali, in corrispondenza della fine dei perfori verticali, verrà realizzato un carotaggio per ogni coppia di barre (a quote differenti in modo da non creare interferenze tra i due) di diametro pari a  $\phi 220$  con inserito un mezzo tubolare  $\phi 193.7 \times 8$  mm per ancorare la barra verticale (cfr. Tav. C.XXX). Esternamente al campanile, sia sul lato interno che quello esterno, al fine di ancorare alla base i piatti metallici verticali, si dovranno realizzare perfori inclinati  $\phi 30$  di lunghezza pari a 3.00 m, armati con barre  $\phi 24$  e iniezioni con malte cementizie antiritiro.

### *Paraste*

Dalla verifica effettuata in loco, è emerso che alcune paraste di rivestimento dei pilastri interni, presentano dei distacchi dal supporto murario retrostante. Da prove con georadar effettuate sugli elementi, è emersa la presenza di eventuali elementi metallici di collegamento che magari, durante il corso degli anni, hanno subito dei danneggiamenti e quindi alcuni potrebbero non essere più efficaci. Questi elementi, sono disposti fino ad una quota massima di circa 20.00 m, rappresentando così una forte vulnerabilità per la pubblica incolumità. fine di prevenire il cinematismo di ribaltamento degli elementi si decide di intervenire mediante realizzazione di perfori, in numero minimo di 6 per lastra, di diametro pari a  $\phi 10$  mm di lunghezza pari a 20 cm armati con barre M8 e iniezioni con

resine epossidiche. Per poter “nascondere” il dado, la parte più esterna del perforo dovrà essere effettuata con diametro pari a 20 mm per una profondità di 20 mm, in modo da occultare la rondella e il dado, per poi procedere alla stuccatura del foro con polvere di marmo (cfr. Tav. C.XXX).

## **Manutenzione e manutenibilità della Chiesa**

### **Premessa**

Dalla manutenzione alla manutenibilità, indica la necessità di spostare le acquisizioni, fatte in ambito manutentivo, alla fase del progetto. La progettazione del restauro di un edificio anche nell’ottica di rendere agevole ed economica la manutenzione, sposare la cultura della manutenzione occasionale ed al bisogno con quella del progetto, è un obiettivo da perseguire e verso il quale ci si vuole dirigere. Assumere tuttavia l’orizzonte della manutenibilità, nel momento della progettazione degli interventi da porre in essere in un edificio, non può tradursi nell’aggiungere nuove valutazioni al progetto, ma modificare profondamente l’approccio metodologico. Dunque le scelte che possono rendere più agevoli e meno costosi i processi manutentivi degli edifici non si configurano come scelte separate, finalizzate alla manutenibilità; si tratta piuttosto di una cultura e di cognizioni tecniche che è necessario acquisire nel momento delle scelte globali di progettazione.

### **Manutenibilità**

#### Linee vita

Nell’ottica di quanto premesso, le opere previste mirano a rendere possibile attraverso le mirate scelte progettuali di manutenibilità, una manutenzione predittiva delle parti più critiche che porta ad una più semplice ed immediata manutenzione correttiva corrispondente agli specifici provvedimenti. Si è previsto quindi di porre in opera su più livelli delle linee vita che come già accennato, rendano più frequenti ed agevoli, in quanto permettono di operare in sicurezza, gli interventi manutentivi necessari. Nello specifico, le linee vita verranno poste:

*In corrispondenza del camminamento posto sulla cornice dell’ordine maggiore della navata* che, interessato come precedentemente detto, da un intervento di rinforzo che ne consente la percorribilità, è accessibile dal lato conventuale posto dietro l’abside, e corre lungo l’intero perimetro della navata, dei transetti e dell’abside. In questa posizione sono posti i cablaggi di alcuni impianti, tra cui quello delle luci, così come sono collocati i fari di illuminazione generale della chiesa. Nelle parti corrispondenti ai transetti, inoltre, si trovano le catene esistenti che contrastano le spinte delle volte. Tutto ciò giustifica l’introduzione di un elemento che consenta l’accesso e l’utilizzo in sicurezza di tale percorso in quota. Si è previsto, quindi, di porre in opera, lungo il perimetro del cornicione, linea vita realizzata con una fune costituita da un trefolo in acciaio inox UNI EN /11578 classe C tipo “Kit funi per UNITH 1/2/3/4” sorretta da elementi di ancoraggio con piastra a muro di testata e di passaggio UNI-EN 795/02 rispettivamente tipo “UNITH 3/W” e tipo “UNITH 3/PW” collegati alle murature d’ambito con ancoraggi M12 sigillati con resina.

*In corrispondenza del camminamento posto sulla cornice dell’anello del tamburo*, interessato anch’esso da un intervento di rinforzo che ne consente la percorribilità.

L'introduzione di una linea vita analoga a quella precedentemente descritta, consente, inoltre, di evitare gli invasivi interventi necessari a rendere sicura ed a norma la balaustra esistente che rischierebbero di alterarne profondamente l'estetica.

*Sul colmo della copertura a tetto della navata.* L'intervento, evidentemente necessario a garantire la manutenzione non solo del manto di copertura, ma anche delle linee di gronda, prevede l'introduzione di una linea vita corrente lungo il colmo realizzata con una fune costituita da un trefolo in acciaio inox - secondo la normativa UNI EN /11578 classe C- tipo "Kit funi per UNITH 1/2/3/4" sorretta da elementi di ancoraggio con piastre per colmo di testata e di passaggio- sempre secondo la normativa UNI-EN 795/02- rispettivamente tipo "UNITH 3/E" e tipo "UNITH 3/P"; Per accedere al colmo del tetto ed ad integrare il sistema di sicurezza, sono presenti elementi puntuali di sostegno ed altri analoghi ma con funzione anticaduta, questi ultimi posti, come da normativa a 2.30 m dalla linea di gronda. Il collegamento bullonato degli elementi di sostegno delle linee vita e dei sostegni puntuali alla struttura del tetto sottostante avverrà con 2 piastre in acciaio zincato di dimensioni 900x450mm s=3mm, una per ogni lato del colmo provviste di fori svasati Ø 12, opportunamente posizionati in funzione dell'orditura sottostante della struttura del tetto, nel primo caso, nel secondo sarà necessaria, invece, una unica analoga piastra di dimensione 300x90mm, infine a sostegno degli ancoraggi anticaduta si porranno in opera due piastre, sempre in acciaio zincato e con fori Ø 12 di sezione 300x3mm, ma di forma trapezoidale, con lunghezza massima di 900mm unite sulla linea di displuvio del tetto, in corrispondenza del loro lato obliquo; tutte le piastre previste saranno appoggiate direttamente sullo strato impermeabile del tetto, previa rimozione locale delle tegole; attraverso i loro fori, verranno praticate ulteriori perforazioni Ø 12 che attraversando la guaina, lo strato di massetto sottostante e le piastrelle raggiungeranno l'intradosso della copertura. Le piastre superiori verranno quindi collegate a delle contropiastre inferiori sempre in acciaio zincato 900x300 S=300 mm poste a contrasto con la struttura lignea del tetto superiore ed unite alle piastre superiori con bulloni in acciaio zincato M12 a testa svasata serrati con dadi. Dopo la posa in opera di piastre, delle contropiastre e degli elementi componenti il sistema di sicurezza della linea vita si procederà alla posa in opera di una nuova guaina bituminosa armata, compatibile con quella esistente che, collegandosi a quest'ultima coprirà interamente i piatti ristabilendo l'unità della protezione dalle acque meteoriche, ad ulteriore garanzia dalla penetrazione dell'acqua, tutti gli elementi delle linee vita saranno provvisti di accessori per l'impermeabilizzazione quali grembialine in piombo sopracoppo con piastrine in acciaio inox salvagoccia.

- *Sull'esterno del tamburo.* Anche questo intervento è necessario a garantire la manutenzione del manto di copertura, e delle linee di gronda del tetto del transetto; prevede l'introduzione di due linee vita, correnti sui due lati del tamburo corrispondenti al transetto, con funi a trefolo in acciaio inox analoghe a quelle già descritte. Si differenziano solo i collegamenti degli elementi di ancoraggio e di sostegno del cavo, in quanto uniti alla muratura con piastre a loro volta inghisate con bulloni in acciaio zincato M12 sigillati con resina. Tutti gli altri componenti della linea vita, necessari per garantire l'accessibilità in sicurezza al tetto del transetto – ovvero elementi puntuali di sostegno e con funzione anticaduta -, saranno analoghi a quelli già descritti e posti in opera con le stesse modalità.

## **Manutenzione**

### Manutenzione dei tetti

Gli interventi previsti per la manutenzione del tetto sono mirati a risanare e ripristinarne i suoi elementi anche con la sostituzione di parti degradate. Gli interventi previsti dovranno essere compiuti senza opere provvisoriale, con personale specializzato, ed in maniera completa e sistematica e dovranno essere:

L'eliminazione della vegetazione infestante nei sottocoppi e sulle linee di gronda, la scomposizione delle stesse e la verifica accurata dello stato di degrado dello strato impermeabilizzante, controllando la presenza di bolle, screpolature e l'aderenza al supporto sottostante e provvedendo, eventualmente, alla riparazione della guaina sovrapponeandone un'altra di materiale analogo, fibrorinforzata, collegata a quella originale.

La verifica del manto per il controllo dello spostamento o della presenza di elementi rotti o danneggiati dei suoi componenti – coppi ed embrici- provvedendo alla loro sistemazione ed alla sostituzione del cornicione del tamburo.

### Manutenzione dei cornicione del tamburo

Come per i tetti, gli interventi previsti dovranno essere compiuti senza opere provvisoriale, con personale specializzato. Questo elemento architettonico, sormontato da tegole di protezione, presenta un notevole stato di degrado, una grande quantità di vegetazione infestante ha spostato e rotto gli elementi laterizi superiori e degradato la malta di allettamento. Si rende necessario quindi un intervento di manutenzione sistematico che elimini il degrado, sostituisca i coppi ammalorati e provveda a ripristinarne la connessione con la cornice sottostante laddove la malta sia assente o non assolva più alla sua funzione perché degradata.

### Revisione e manutenzione del sistema di smaltimento delle acque

#### *Revisione*

Gli interventi previsti sul sistema di smaltimento delle acque rientrano nell'ambito della "progettazione della Manutenibilità" di cui si è detto. Gli interventi previsti non sono finalizzati esclusivamente alla riparazione degli elementi di gronda e dei pluviali, ma anche alla diminuzione del danno in caso di rottura, assicurando l'immediato controllo ed al rapido intervento specifico. Il tetto della navata e dell'abside si attesta sulla muratura dei fianchi della chiesa, che spicca più alta ed il cui colmo superiore è protetto e coperto - anch'esso come il tetto della chiesa- da coppi ed embrici. Lo smaltimento delle acque di gronda di tale colmo avviene attraverso una canalizzazione in rame di raccolta, il cui discendente attraversa la muratura e porta l'acqua piovana nella stessa canalizzazione del tetto. Quest'ultima è realizzata con una lamiera di piombo, piegata a formare una canaletta di convoglio, che corre per tutta la lunghezza della gronda con un risvolto sulla superficie verticale del muro di attestazione della copertura. Al di sotto di tale canale è presente una guaina impermeabile che si raccorda a quella posta sul massetto del manto di copertura della chiesa; l'acqua così raccolta confluisce in un foro che, raccordato con

una canalizzazione discendente attraversa nuovamente la muratura e cala in generale all'esterno della facciata. Il primo pluviale del fianco sud est della chiesa - dal lato del Convento invece passa all'interno di una asola muraria coperta da un sottile paramento in mattoni in più punti asportati per successivi interventi di riparazione. Sono, infatti evidenti sulla cappella Costaguti, posta al di sotto, le tracce di passate e recenti infiltrazioni dell'acqua permeata dalla muratura. i discendenti dei colmi murari si è, quindi, previsto di eliminare l'attraversamento della muratura, raccordando i canali di gronda con discendenti esterni che porteranno l'acqua in imbuti esterni in rame in cui confluirà il tubo discendente del tetto, uscente dal muro, convogliando le acque in un unico pluviale esterno.

È evidente, come tale sistema di smaltimento, che riorganizza, ma non sostituisce l'esistente, riutilizzandone gran parte dei componenti e portando all'esterno alcune canalizzazioni, permetta per quanto possibile, di evitare, in caso di perdita in corrispondenza di raccordi ed innesti delle tubazioni, l'imbibizione della muratura, e faciliti il controllo visivo del sistema di smaltimento e permettendone una rapida e più agevole manutenzione.

### *Manutenzione*

L'operatività preliminare prevista e di fondamentale importanza è la pulizia di tutte le canalizzazioni con l'eliminazione delle piante infestanti cresciute al loro interno, in special modo all'innesto con le tubazioni discendenti. Dovranno essere successivamente verificati eventuali danni, la presenza di ruggine, di fori o squarci nei canali di gronda, nelle fascette e nei tubi pluviali e sostituite le parti degradate. Si proseguirà con il controllo della stabilità degli elementi della grondaia, e la verifica di eventuali allontanamenti dei canali dalle conchiglie di raccordo in modo da garantire il contenimento dell'acqua piovana impedendone sbocchi impropri. Di fondamentale importanza sarà il controllo dei pozzetti di scarico del tetto della navata e dell'abside, verificandone, dopo la pulizia, raccordi con la guaina di impermeabilizzazione, giunzioni e sigillature e, se necessario, sostituendo gli attuali pozzetti di raccolta con dei nuovi provvisti di specifici accorgimenti per impedire la penetrazione delle acque meteoriche nella muratura.

## **Rinsanamento conservativo**

Una volta montate le opere provvisorie si prevederà preliminarmente un rilievo dello stato di conservazione, tramite analisi visiva ravvicinata, indagini a percussioni manuale atte a verificare e localizzare eventuali distacchi ed indagini diagnostiche volte ad indagare la natura dei materiali e delle manifestazioni di degrado su di essi. i dovuti approfondimenti conoscitivi, per ogni materiale sono stati individuati gli interventi necessari ad arrestare i fenomeni di alterazione in atto, riconducibili alle categorie di seguito riportate:

- opere preliminari e preconsolidamento

- pulitura

- consolidamento

- reintegrazione

protezione superficiale punto di vista metodologico si fa riferimento ai criteri di impostazione brandiana, temperando valenza estetica e storica dell'edificio, con

particolare attenzione ai principi guida del restauro modernamente inteso: minimo intervento, reversibilità, compatibilità, distinguibilità.

## **CORPI D'OPERA:**

---

- 01 Opere Strutturali

## **Opere Strutturali**

Vengono riportati tutti gli elementi strutturali oggetto di manutenzione e controlli periodici. Tutti i controlli, da effettuare periodicamente in base alle schede allegate al presente e successivamente ad eventi straordinari quali eventi sismici, piogge straordinarie, ecc. dovranno essere effettuati anche alla presenza di tecnici specializzati oltre che da parte della committenza o chi per essa.

Successivamente ad ogni sopralluogo dovrà essere redatto opportuno verbale di avvenuto sopralluogo/controllo in cui devono essere annotate tutte le anomalie riscontrate e le relative ipotesi risolutive da firmare da parte delle figure presenti alla verifica; tale verbale dovrà essere custodito da parte della proprietà, o da chi per esso, in modo da lasciare traccia delle avvenute ispezioni periodiche.

### **UNITÀ TECNOLOGICHE:**

---

- 01.01 Interventi su strutture esistenti
- 01.02 Materiali compositi fibrosi (FRP)

## **Interventi su strutture esistenti**

Gli interventi sulle strutture esistenti, rappresentano tutte quelle opere di adeguamento, miglioramento e riparazione, attraverso le quali avviene il ripristino delle condizioni di sicurezza delle stesse nel rispetto della normativa vigente. Tali interventi possono avere come finalità:

- di riportare gli elementi strutturali alla situazione iniziale di capacità resistente;
- di rafforzare gli elementi strutturali per cambiamento di destinazione d'uso, per adeguamento alle normative sismiche, ecc..

Prima di ogni intervento è opportuno avere un quadro conoscitivo completo delle strutture. In particolare avviare un processo diagnostico per una valutazione dello stato di salute della struttura. Il grado di approfondimento e le metodologie più adeguate andranno ogni volta misurate sulla base delle destinazioni d'uso dell'organismo strutturale in esame e delle sue tipologie e schemi strutturali-statici.

### **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- 01.01.01 Catene
- 01.01.02 Cerchiatura in acciaio
- 01.01.03 Iniezioni di miscele resinose
- 01.01.04 Inghisaggio mediante ancoraggio
- 01.01.05 Saldature
- 01.01.06 Tiranti
- 01.01.07 Ancoraggio chimico
- 01.01.08 Iniezioni di boiaccia



## Catene

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Le catene svolgono una funzione statica di sostegno di contrasto a spostamenti orizzontali. In genere vengono utilizzate in caso di dissesti dovuti a traslazioni orizzontali di parti di pareti murarie o di un orizzontamento. La loro azione impedisce un eventuale incremento della traslazione. Esse vengono inserite in corrispondenza della parete muraria o di orizzontamento da presidiare. Esse possono avere sezione diversa (circolare, rettangolare, ecc.). L'intervento può essere localizzato o diffuso. Esse vanno predisposte attraverso elementi di ripartizione (piastre, giunti di tensione, organi di ritegno, ecc.).

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'uso di catene va opportunamente dimensionate in fase progettuale e dopo uno studio approfondito sul comportamento del manufatto. Proteggere le catene dall'azione degli agenti atmosferici con guaine di protezione e trattamenti opportuni.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.01.01.A02 Fessure

Fessure evidenti nelle zone di ancoraggio.

#### 01.01.01.A03 Tensione insufficiente

Tensione insufficiente tra tirante e massa muraria.

#### 01.01.01.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### 01.01.01.A05 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### 01.01.01.A06 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## Cerchiatura in acciaio

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Si tratta di interventi eseguiti sulle strutture esistenti, per migliorare la resistenza meccanica, in cui vi è la necessità di realizzare una nuova armatura mediante l'utilizzo di elementi in acciaio fissati alla struttura: angolari e calastrelli per sezioni rettangolari e piatti longitudinali con anelli circolari per sezioni circolari. L'intervento prevede:

- l'asportazione del calcestruzzo ammalorato;
- la disposizione di elementi in acciaio;
- riempimento dei vuoti di intercapedine esistenti tra struttura e gli elementi in acciaio con malte a ritiro compensato.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Prima di procedere alle operazioni di "cerchiatura" verificare le caratteristiche del calcestruzzo; la disposizione delle armature; le condizioni statiche delle strutture attraverso ispezioni strumentali.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.02.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.01.02.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

#### **01.01.02.A03 Fessurazioni**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

#### **01.01.02.A04 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### **01.01.02.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### **01.01.02.A06 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### **01.01.02.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.03**

## **Iniezioni di miscele resinose**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Interventi su strutture esistenti**

Le iniezioni di miscele vengono impiegate per ripristinare le strutture in c.a interessate da lesioni di natura e spessore diverso. Questa tecnica di intervento prevede normalmente l'esecuzione di un taglio a "V" nella zona del calcestruzzo intorno alla lesione e la successiva realizzazione di fori, sui lembi delle lesioni, eseguiti ad intervalli regolari con l'ausilio di un trapano. Asportate le polveri e rimosse ogni parte inconsistente si procede all'inserimento nei fori realizzati di ugelli di ottone (con diametro di circa 6 mm) incollati mediante della pasta epossidica. Dopo l'indurimento del prodotto si procede ad iniettare con una pressione adeguata negli ugelli preinseriti una miscela di resina epossidica con bassa viscosità seguendo una tecnica che prevede l'iniezione dei fori posti più in basso e proseguendo verso quelli posizionati più in alto fino a completarne l'intervento. In alternativa si possono impiegare iniettori piatti in PVC direttamente incollati superiormente alle lesioni senza effettuare perforazioni e seguire successivamente le procedure di iniezione di resine.

#### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

E' opportuno verificare le cause che hanno determinato la comparsa di lesioni sulle strutture attraverso un approfondito esame del quadro fessurativo e delle analisi determinate da un attento un processo diagnostico. Assicurarsi di utilizzare resine prive di solventi.

#### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

##### **01.01.03.A01 Deformazioni e spostamenti**

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

##### **01.01.03.A02 Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

##### **01.01.03.A03 Fessurazioni**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

##### **01.01.03.A04 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

##### **01.01.03.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

##### **01.01.03.A06 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

##### **01.01.03.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

### **Elemento Manutenibile: 01.01.04**

## Inghisaggio mediante ancoraggio

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Si tratta di sistemi impiegati per interventi di rinforzo e fissaggio di elementi prefabbricati in cemento armato, tra elementi strutturali degli edifici a fondazioni, per rendere la struttura stabile. L'ancoraggio di tale elementi avviene mediante colatura di malte a base di resina epossidica oppure a base cementizia e si realizza nelle seguenti fasi:

- preparazione del supporto, che deve essere solido, compatto, privo di parti friabili e/o in distacco
- posizionamento dell'elemento da ancorare
- colatura della malta miscelata

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non compromettere l'integrità delle pareti. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

### ANOMALIE RICONTRABILI

#### 01.01.04.A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

#### 01.01.04.A02 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

#### 01.01.04.A03 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

#### 01.01.04.A04 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### 01.01.04.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### 01.01.04.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### 01.01.04.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

Elemento Manutenibile: 01.01.05

## Saldature

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Le saldature sono collegamenti di parti solide che realizzano una continuità del materiale fra le parti che vengono unite. Le saldature, in genere, presuppongono la fusione delle parti che vengono unite. Attraverso le saldature viene garantita anche la continuità delle caratteristiche dei materiali delle parti unite. Tra le principali tecniche di saldature si elencano:

- saldatura a filo continuo (mig-mag);
- saldatura per fusione (tig);
- saldatura con elettrodo rivestito;
- saldatura a fiamma ossiacetilenica;
- saldatura in arco sommerso;
- saldatura narrow-gap;
- saldatura a resistenza;
- saldatura a punti;
- saldatura a rilievi;
- saldatura a rulli;
- saldatura per scintillio;
- saldatura a plasma;
- saldatura laser;
- saldatura per attrito.

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Verificare il grado di saldabilità tra metalli diversi in base alle caratteristiche intrinseche degli stessi. Effettuare controlli visivi per verificare lo stato delle saldature e la presenza di eventuali anomalie.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.05.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.01.05.A02 Interruzione

Interruzione e mancanza di continuità tra le parti.

#### 01.01.05.A03 Rottura

Rottura e mancanza di continuità tra le parti.

#### 01.01.05.A04 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### 01.01.05.A05 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## Elemento Manutenibile: 01.01.06

### Tiranti

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

I tiranti svolgono una funzione statica di sostegno di contrasto a spostamenti orizzontali. In genere vengono utilizzati in caso di dissesti dovuti a traslazioni orizzontali di parti di pareti murarie o di un orizzontamento. La loro azione impedisce un eventuale incremento della traslazione. Essi vengono inserite in corrispondenza della parete muraria o di orizzontamento da presidiare. Essi possono avere sezione diversa (circolare, rettangolare, ecc.). L'intervento può essere localizzato o diffuso. Essi vanno predisposte attraverso elementi di ripartizione (piastre, giunti di tensione, organi di ritegno, ecc.).

## MODALITÀ DI USO CORRETTO:

L'uso di tiranti va opportunamente dimensionate in fase progettuale e dopo uno studio approfondito sul comportamento del manufatto.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.06.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.01.06.A02 Fessure

Fessure evidenti nelle zone di ancoraggio.

#### 01.01.06.A03 Tensione insufficiente

Tensione insufficiente tra tirante e massa muraria.

#### 01.01.06.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### 01.01.06.A05 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### 01.01.06.A06 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## Elemento Manutenibile: 01.01.07

### Ancoraggio chimico

L'ancoraggio chimico (o "tassello chimico") si realizza fissando una barra metallica sulla muratura attraverso l'uso di una "colla", anziché meccanicamente per attrito o incastro. Questa tipologia d'intervento si utilizza per fissaggi con carichi sismici e dinamici, fissaggi in zona tesa e fessurata, fissaggi pesanti strutturali, riprese di getto, fissaggi su fori carotati, montaggio di elementi prefabbricati, consolidamento solai lignei e fissaggi a soffitto.

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non compromettere l'integrità delle pareti. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.01.07.A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

##### 01.01.07.A02 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

##### 01.01.07.A03 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

##### 01.01.07.A04 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

##### 01.01.07.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

##### 01.01.07.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

##### 01.01.07.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

#### Elemento Manutenibile: 01.01.08

### Iniezioni di boiaccia

Si tratta di una tecnica di consolidamento dei paramenti murari applicata mediante una scarnitura profonda dei giunti murari mediante raschietti, e sigillatura di quest'ultimi insieme ad eventuali lesioni. Scelta dei punti di iniezione (2-4 al mq). Successiva perforazione con trapano a rotazione per circa 2/3 dello spessore murario. Posizionamento degli ugelli e sigillatura. Lavaggio mediante acqua dei paramenti murari. Procedendo dal basso verso l'alto, iniezione della miscela (boiaccia: malta con legante idraulico ed addizionata con abbondante acqua per ottenere una miscela molto fluida). L'operazione si conclude fino alla fuoriuscita della malta dai fori predisposti.

#### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Non compromettere l'integrità delle pareti. Controllo periodico del grado di usura delle parti in vista. Riscontro di eventuali anomalie.

#### ANOMALIE RISCONTRABILI

##### 01.01.08.A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

##### 01.01.08.A02 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

**01.01.08.A03 Fessurazioni**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

**01.01.08.A04 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

**01.01.08.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

**01.01.08.A06 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

**01.01.08.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## Materiali compositi fibrosi (FRP)

I compositi fibrosi a matrice polimerica FRP (acronimo di Fiber Reinforced Polymers) vengono utilizzati per il rinforzo di strutture nel campo edili. Essi si ottengono mediante la sovrapposizione e/o miscelazione di materiali diversi.

sono prodotti di polimeri rinforzati di fibre realizzati in nastri, tessuti o lastre rinforzate con fibre di carbonio, vetro e/o aramide che vengono immersi in matrici resinose epossidiche, fenoliche, ecc., utilizzati per il consolidamento statico. L'uso del FRP nel rinforzo sismico di elementi in c.a. è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce in FRP con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
  - aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con FRP con fibre lungo il perimetro;
  - miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con FRP con fibre continue disposte lungo il perimetro. Vengono inoltre utilizzate per le cerchiature esterne e per gli interventi volti a ridurre la spinta di archi e volte.
- Tra le principali fibre più utilizzate per la produzione di materiali compositi vi sono quelle di vetro, di carbonio, le fibre aramidiche, altre tipologie (PBO, basalto, PAV) ed ibridi, ossia costituiti da differenti filati. I compositi per il rinforzo strutturale sono disponibili sul mercato in diverse geometrie:
- lamine pultruse, caratterizzate da una disposizione unidirezionale delle fibre ed utilizzate preferibilmente per placcare superfici regolari
  - tessuti bidirezionali, che si possono adattare alla forma degli elementi strutturali rinforzati
  - gli FRP applicati maggiormente nei casi in cui sia necessario limitare l'impatto estetico sulla struttura originaria e garantire una adeguata reversibilità dell'intervento.

Esistono sul mercato anche altri tipi di materiali compositi, che si differenziano per la natura della matrice (matrice inorganica) o delle fibre (fibre discontinue o continue con materiali differenti, ad esempio lacciaio, il basalto, il P.B.O.). Tali compositi risultano essere particolarmente performanti per determinate applicazioni.

Le fibre più utilizzate in compositi possono essere in: carbonio, vetro, basalto, aramidiche, organiche e minerali, acciaio, tessuti ibridi e altre tipologie (canapa, lino, ecc.).

Oltre ai componenti che gli restituiscono maggiore stabilità: matrici plastiche, matrici a base di malta, matrici metalliche, matrici ceramiche, resine poliesteri, resine epossidiche, resine fenoliche, resine siliconiche.

In campo applicativo esistono altri elementi meglio definiti come: tessuti unidirezionali, tessuti multidirezionali, laminati, barre, reti, adesivi, accessori.

### ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:

---

- 01.02.01 Resine Epossidiche bicomponente
- 01.02.02 Rete apprettata in fibra di vetro

## Resine Epossidiche bicomponente

Unità Tecnologica: 01.02

Materiali compositi fibrosi (FRP)

Si tratta di adesivi epossidici bicomponenti impiegati per i sistemi di consolidamento nei sistemi compositi a base di tessuti secchi con funzione di regolarizzazione delle superfici irregolari come murature, volte e legno. In particolare per interventi su strutture in cemento armato e muratura. Si tratta di resine epossidiche bicomponenti utilizzate per l'impregnazione dei tessuti, utilizzati con sistemi compositi a base di tessuti secchi, per creare il collegamento e la distribuzione di carico tra le fibre dei tessuti.

### MODALITÀ DI USO CORRETTO:

Nelle operazioni di preparazione e posa in opera delle resine utilizzate nell'applicazione dei prodotti per il rinforzo strutturale, gli operatori devono indossare idonei dispositivi di protezione (guanti impermeabili, mascherina ed occhiali, ecc.).

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.02.01.A01 Delaminazione

Perdita di aderenza del rinforzo rispetto a strutture. Vi possono essere fenomeni di delaminazione diversi:

- delaminazione di estremità del rinforzo (plate end debonding);
- delaminazione a partire dai giunti di malta e/o da fessure trasversali nella muratura (intermediate crack debonding), ecc..

#### 01.02.01.A02 Depositi

Le superfici dei materiali compositi risultano sporche e con residui di polveri e/o altro materiale estraneo che possono rendere poco efficace l'applicazione degli stessi alle strutture.

#### 01.02.01.A03 Difetti di lay-up

Si tratta di errori di orientamento delle fibre e/o delle lamine che possono rendere inefficace l'applicazione dei rinforzi.

-

#### 01.02.01.A04 Disomogeneità o irregolarità

L'allineamento non corretto dei compositi può causare la perdita di efficacia del rinforzo strutturale in quanto gli stessi non lavorano bene a trazione.

#### 01.02.01.A05 Elevata grammatura dei tessuti

Strati di grammatura (g/mq) superiori ai dati di progetto. Grammature elevate possono formare fasci di filamenti che internamente risultano privi di adesivo. I tessuti possono dar luogo a fenomeni di incoerenza durante le fasi di applicazione in quanto l'impregnatura della resina al tessuto non risulterà idonea.

#### 01.02.01.A06 Elevato spessore dei laminati

Rischi di rottura per delaminazione dovuti all'utilizzo di laminati con elevato spessore.

#### 01.02.01.A07 Fessurazioni del supporto

Fenomeni di interruzione delle superfici dei supporti per la presenza di rotture singole o ramificate che possono compromettere l'applicazione di rinforzi.

#### 01.02.01.A08 Non planarità delle superfici

Le superfici dei supporti interessate dall'applicazione dei rinforzi risultano non perfettamente planari potendo dar luogo ad instabilità dei volumi coinvolti.

#### 01.02.01.A09 Peeling o delaminazione di estremità

Prevalenza della crisi di delaminazione che si manifesta particolarmente negli interventi di placcaggio dove sono stati applicati prodotti con spessori di riferimento > 2 mm (come due lamine sovrapposte). E' un meccanismo fragile che può manifestarsi anche con carichi minimi.

#### 01.02.01.A10 Presenza di occlusioni di aria

Presenza di punti di non trasferimento dovute ad occlusioni di aria negli adesivi che possono compromettere il non completo trasferimento delle sollecitazioni tra rinforzi e supporti.

#### 01.02.01.A11 Punti di spinta o vuoto

Perdita di aderenza del rinforzo per distacco. E' un fenomeno che si manifesta quando il rinforzo assume sforzo di trazione andandosi a staccare in conseguenza della modesta resistenza alla trazione e dell'adesione che possiede l'adesivo.



### **01.02.01.A12 Rotture e danneggiamenti**

Rotture e/o danneggiamenti di parti dei materiali compositi dovuti a difetti intrinseci dei materiali, a dimensionamenti progettuali e di calcolo errati, alla presenza di spigoli vivi nelle strutture, ecc..

### **01.02.01.A13 Distacco**

Distacco di materiali compositi dalla sede di applicazione.

### **01.02.01.A14 Rottura**

Rottura di parti dei materiali compositi.

### **01.02.01.A15 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### **01.02.01.A16 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

### **01.02.01.C01 Controllo generale delle parti a vista**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare lo stato dei materiali compositi applicati in prossimità degli elementi consolidati.

• Requisiti da verificare: 1) *Resistenza agli agenti aggressivi*; 2) *Resistenza meccanica*; 3) *Qualificazione dei materiali*; 4) *Vita utile della struttura*.

• Anomalie riscontrabili: 1) *Depositi*; 2) *Disomogeneità o irregolarità*; 3) *Elevato spessore dei laminati*; 4) *Non planarità delle superfici*; 5) *Presenza di occlusioni di aria*; 6) *Punti di spinta o vuoto*.

## **Elemento Manutenibile: 01.02.02**

# **Rete apprettata in fibra di vetro**

**Unità Tecnologica: 01.02**

**Materiali compositi fibrosi (FRP)**

Si tratta di elementi in rete apprettata costituita da fibre di vetro a maglie con caratteristiche di resistenza agli alcali, da impiegare nel rinforzo di supporti in pietra, mattoni, tufo, ecc., per conferirgli una ripartizione più uniforme delle sollecitazioni.

### **MODALITÀ DI USO CORRETTO:**

Risulta indispensabile ancor prima di procedere alle applicazioni dei sistemi di rinforzo, verificare i processi di qualificazione dei materiali utilizzati e l' idoneità degli operatori. In particolare: qualità e rispetto dei valori minimi richiesti, disporre di informazioni sulle schede tecniche dei materiali, prove di laboratorio qualificate, specializzati con comprovata esperienza nella caratterizzazione ed applicazione dei sistemi di rinforzo, ecc..

Nel caso gli interventi di rinforzo strutturale riguardino costruzioni di interesse storico e monumentale, risulta opportuno predisporre richiesta di valutazione critica dell' intervento rispetto ai canoni della conservazione e del restauro, in conformità alle leggi vigenti ed in particolare Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 12/10/2007 (GU n. 24 del 29/01/2008 - Suppl. Ordinario n.24).

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.02.02.A01 Delaminazione**

Perdita di aderenza del rinforzo rispetto a strutture. Vi possono essere fenomeni di delaminazione diversi:

- delaminazione di estremità del rinforzo (plate end debonding);
- delaminazione a partire dai giunti di malta e/o da fessure trasversali nella muratura (intermediate crack debonding), ecc..

### **01.02.02.A02 Depositi**

Le superfici dei materiali compositi risultano sporche e con residui di polveri e/o altro materiale estraneo che possono rendere poco efficace l'applicazione degli stessi alle strutture.

### **01.02.02.A03 Difetti di lay-up**

Si tratta di errori di orientamento delle fibre e/o delle lamine che possono rendere inefficace l'applicazione dei rinforzi.

### **01.02.02.A04 Disomogeneità o irregolarità**

L'allineamento non corretto dei compositi può causare la perdita di efficacia del rinforzo strutturale in quanto gli stessi non lavorano bene a trazione.

### **01.02.02.A05 Elevata grammatura dei tessuti**

Strati di grammatura (g/mq) superiori ai dati di progetto. Grammature elevate possono formare fasci di filamenti che internamente risultano privi di adesivo. I tessuti possono dar luogo a fenomeni di incoerenza durante le fasi di applicazione in quanto l'impregnatura della resina al tessuto non risulterà idonea.

### **01.02.02.A06 Elevato spessore dei laminati**

Rischi di rottura per delaminazione dovuti all'utilizzo di laminati con elevato spessore.

### **01.02.02.A07 Fessurazioni del supporto**

Fenomeni di interruzione delle superfici dei supporti per la presenza di rotture singole o ramificate che possono compromettere l'applicazione di rinforzi.

### **01.02.02.A08 Non planarità delle superfici**

Le superfici dei supporti interessate dall'applicazione dei rinforzi risultano non perfettamente planari potendo dar luogo ad instabilità dei volumi coinvolti.

### **01.02.02.A09 Peeling o delaminazione di estremità**

Prevalenza della crisi di delaminazione che si manifesta particolarmente negli interventi di placcaggio dove sono stati applicati prodotti con spessori di riferimento > 2 mm (come due lamine sovrapposte). E' un meccanismo fragile che può manifestarsi anche con carichi minimi.

### **01.02.02.A10 Presenza di occlusioni di aria**

Presenza di punti di non trasferimento dovute ad occlusioni di aria negli adesivi che possono compromettere il non completo trasferimento delle sollecitazioni tra rinforzi e supporti.

### **01.02.02.A11 Punti di spinta o vuoto**

Perdita di aderenza del rinforzo per distacco. E' un fenomeno che si manifesta quando il rinforzo assume sforzo di trazione andandosi a staccare in conseguenza della modesta resistenza alla trazione e dell'adesione che possiede l'adesivo.

### **01.02.02.A12 Rotture e danneggiamenti**

Rotture e/o danneggiamenti di parti dei materiali compositi dovuti a difetti intrinseci dei materiali, a dimensionamenti progettuali e di calcolo errati, alla presenza di spigoli vivi nelle strutture, ecc..

### **01.02.02.A13 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### **01.02.02.A14 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DALL'UTENTE**

### **01.02.02.C01 Controllo generale delle parti a vista**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare lo stato dei materiali compositi applicati in prossimità degli elementi consolidati.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza agli agenti aggressivi*; 2) *Resistenza meccanica*; 3) *Qualificazione dei materiali*.
- Anomalie riscontrabili: 1) *Disomogeneità o irregolarità*; 2) *Rotture e danneggiamenti*; 3) *Non planarità delle superfici*.

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag.	<a href="#">2</a>
2) Opere Strutturali .....	pag.	<a href="#">14</a>
" 1) Interventi su strutture esistenti .....	pag.	<a href="#">15</a>
" 1) Catene .....	pag.	<a href="#">16</a>
" 2) Cerchiatura in acciaio .....	pag.	<a href="#">16</a>
" 3) Iniezioni di miscele resinose .....	pag.	<a href="#">17</a>
" 4) Inghisaggio mediante ancoraggio .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 5) Saldature .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 6) Tiranti .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 7) Ancoraggio chimico .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 8) Iniezioni di boiacca .....	pag.	<a href="#">20</a>
" 2) Materiali compositi fibrosi (FRP) .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 1) Resine Epossidiche bicomponente .....	pag.	<a href="#">23</a>
" 2) Rete apprettata in fibra di vetro .....	pag.	<a href="#">24</a>

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**MANUALE DI  
MANUTENZIONE**

(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

**COMMITTENTE:** Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

Roma 19/12/2018

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Arch. Paolo Rocchi)

# PIANO DI MANUTENZIONE

Comune di: **Roma**

Provincia di: **Roma**

OGGETTO: Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

## Stato di fatto

### Analisi del quadro dei dissesti

Per poter individuare i reali meccanismi di crisi dinamica ed il movimento relativo tra i vari corpi a contatto, è stato effettuato un rilievo puntuale dei danni, sul quale si basa l'analisi delle relative cause. Il quadro fessurativo è molto esteso e riguarda sia le strutture verticali, che gli archi e la cupola. Sulla base del rilievo del quadro fessurativo e della conseguente distribuzione delle lesioni, ed anche grazie alla lettura dei documenti d'archivio, è stato possibile ricostruire i dissesti subiti dalla struttura, differenziando nella progettazione, quelli già sanati da quelli tuttora in fase attiva.

La conformazione strutturale propria della fabbrica, e soprattutto quella relativa al contesto esterno rappresentato dalla presenza o meno di elementi di contenimento, hanno portato a presupporre un movimento traslazionale del manufatto in direzione dell'angolo sud - ovest (tra piazza Cairoli e via Monte della farina) non contrastato staticamente. È inoltre ipotizzabile che tale meccanismo di rottura abbia innescato il distacco della facciata. Tale dissesto è stato sanato parzialmente, con il rinforzo estradossato delle volte della navata e del transetto (1995-2000), e con la messa in opera delle catene sugli arconi (2013) trasversali della crociera, elementi che con la loro spinta hanno probabilmente prodotto il movimento medesimo. Gli arconi di scarico del tamburo presentano lesioni a "parabola" causate molto probabilmente dal forte peso del tamburo stesso e della sovrastante cupola. Le fessure sembrano di vecchia data e quindi non più in evoluzione. Il tamburo sembra oggi ben contenuto; ciò, come già accennato, sembra dovuto alla presenza delle cerchiature originarie e di quella aggiunta alla sua base (1995-2000). Il quadro fessurativo inerente la cupola lascia supporre la presenza di analoghi elementi di contenimento anche in sommità del tamburo medesimo, alla base della cupola; purtroppo a causa di difficoltà di accesso in quota non è stato possibile eseguire tale riscontro; sarà comunque necessario procedere con tale verifica nella fase successiva di progettazione. All'interno della cupola sono presenti lesioni profonde di vecchia data causate molto probabilmente da eventi dinamici esterni avvenuti nel corso dei secoli. Anche senza aver potuto analizzare in questa fase lo stato di consistenza delle murature, appare opportuno prevedere un insieme di opere di contenimento atte a compattarne la struttura. La lanterna risulta fortemente dissestata, con le colonnine in travertino tagliate a 45° in corrispondenza delle zanche metalliche di collegamento alla muratura circolare interna, vero elemento portante del cupolino (vedere Documentazione fotografica foto dalla n. 8 alla n. 11). Tali elementi in ferro hanno probabilmente contribuito a provocare il dissesto, imputabile forse anche ai cannoneggiamenti e ai fulmini che più volte hanno colpito la fabbrica (cfr. Ricerca storico-critica e risultanze delle ricerche d'archivio). Il dissesto si è

manifestato anche con uno scorrimento alla base delle colonne: il ridotto carico verticale, infatti, costituito dal cornicione, non è riuscito a contrastare le forze orizzontali di traslazione innescate dalle azioni dette. Inoltre, l'appoggio delle colonne risulta puntuale e non continuo scaricandosi su un allettamento di malta disgregata, fenomeno rilevato anche sulla muratura di supporto sottostante. Tali dissesti sono stati opportunamente sanati con l'intervento di recupero dei lavori appaltati nel 2013, durante i quali sono stati effettuati interventi di consolidamento e restauro (*Cfr. par. 5.2.1.2*) volti al ristabilimento dell'unità delle singole colonne ed al ripristino di un idoneo collegamento con la muratura d'ambito. Sono stati invece rilevati segni di dissesto a carico delle murature del livello seminterrato che, dai carotaggi eseguiti, risultano essere costituite da un conglomerato di scapoli di peperino, travertino, marmo, tufo e laterizi legati da malta pozzolanica. Seguito si riassumono puntualmente i principali dissesti rilevati sul Monumento in esame.

Lesioni profonde e passanti inclinate verso la facciata nelle cappelle Cavallerini (entrando nella chiesa a sinistra) e Costaguti (a destra), più evidenti nella cappella Cavallerini che, nell'arcata, presenta comunque un tirante recentemente posizionato.

Lesioni diffuse inclinate verso gli appoggi in prossimità della chiave dei 4 arconi di raccordo tra i pilastri ed i pennacchi della cupola che sembrano denotare una depressione della chiave.

Lesioni diffuse e lesioni profonde localizzate in particolare su due maschi murari del tamburo diametralmente opposti (*vedere Tav. 2Rsf – Pianta del livello sottotetto*) causati presumibilmente, come già accennato, da una maggiore rotazione delle strutture verso l'angolo sud-ovest privo di contrasto. Ciò giustifica anche i maggiori dissesti rilevati all'interno della cappella Cavallerini rispetto alla Cappella Costaguti e sopra descritti.

## **Progetto di consolidamento**

### **Premessa e indirizzi metodologici**

In linea con le Teorie, i Principi e le Carte del Restauro, gli interventi si ispirano, in linea di massima, ai criteri propri del restauro critico, ovvero del restauro conservativo modernamente inteso, ovviamente senza censure aprioristiche – in casi limite – verso il restauro di ripristino. In tale ambito, il Consolidamento degli edifici storici si pone come parte – non meramente tecnica – della più ampia disciplina del Restauro architettonico, mezzo attraverso il quale conseguire l'obiettivo finale della Conservazione. Quindi interventi minimi, appropriati, compatibili, reversibili, distinguibili e consapevoli dei costi/benefici, non solo dal punto di vista economico. L'iter dell'intervento deve essere coniugata quindi alle istanze conseguenti:

- il perché dell'operare;
- l'accertamento delle necessità;
- l'individuazione del sistema migliore;
- il controllo dell'efficacia conseguente;
- la durabilità;
- l'incidenza sull'immagine o sulla sua reintegrazione.

Il Consolidamento degli edifici storici, quindi, quale percorso colto sospeso tra Conoscenza e Scienza con la prima a sottolineare l'esergo "conoscere per intervenire" e la seconda a superarlo in "conoscere per non intervenire". Il progetto di consolidamento

proposto per la chiesa di San Carlo ai Catinari segue, dunque, fedelmente queste linee guida metodologiche. Il presente progetto si prefigge lo scopo di continuare e soprattutto di completare il lavoro intrapreso oramai più di 10 anni fa, al fine di porre in maniera definitiva in sicurezza l'intero apparato strutturale della chiesa. Gli interventi potranno incidere efficacemente sui meccanismi cinematici di possibile collasso, anche in riferimento alla cupola per la quale, com'è noto, risulta al momento impossibile un intervento di consolidamento strutturale dall'estradosso, date le evidenti difficoltà di accesso e praticabilità dall'esterno, oltre alle attuali limitazioni economiche. D'altra parte, per la cupola in particolare sono già stati eseguiti nel 2013 lavori di messa in sicurezza di tutto l'apparato decorativo, e l'attuale progetto si concentrerà, pertanto, sulla messa in sicurezza dell'apparato decorativo delle altre parti della chiesa. Si auspica per un futuro prossimo, la possibilità di un intervento all'estradosso della cupola, già previsto, peraltro, nel progetto preliminare, mediante applicazione sulla superficie esterna di fasce di fibra aramidica, in doppio strato disposte secondo i meridiani in corrispondenza delle costole e orizzontalmente, a passo costante di circa un metro e chiodate con barre di analogo materiale, previa rimozione delle lastre di piombo, pulitura e ricollocazione in sito con eventuale sostituzione degli elementi ammalorati. Le linee guida del presente progetto si fondano in generale sulla eliminazione delle azioni spingenti, laddove già non contrastate, delle strutture ad arco e della cupola. Come descritto nel precedente paragrafo dello Stato di fatto, i dissesti vanno imputati principalmente al forte carico trasmesso dalla mole della cupola e, dunque, alla notevole spinta che, sin dai tempi della costruzione, ha causato dissesti e per i quali sono stati effettuati continui interventi di riparazione negli anni che hanno però risolto il problema soltanto in modo parziale. I lavori compiuti sulla chiesa di cui si è riferito nello specifico paragrafo, hanno in parte contribuito a ridurre il carico del tamburo, alleggerendolo del peso della copertura, così come hanno messo in opera i presidi di contrasto la spinta di due degli arconi della crociera – due tiranti trasversali alla navata, ma si è ritenuto opportuno, sulla base del quadro fessurativo rilevato e delle analisi numeriche della modellazione matematica predisporre una serie di ulteriori interventi allo scopo di eliminare la spinta del peso della cupola e del tamburo.

## **Il progetto di consolidamento**

### *Cappelle Lateral*

All'interno della Chiesa sono presenti quattro cappelle laterali, le prime due alla sinistra ed alla destra dell'ingresso - rispettivamente Cappella Cavallerini e Cappella Costaguti – e le altre due poste all'altezza del presbiterio, dopo la crociera, posizionate sempre alla sinistra ed alla destra della navata – rispettivamente cappella Filonardi e Cappella S. Cecilia - . Tali ambienti, sovrastati da volte a cupola, come già detto più volte nelle analisi precedenti, mostrano evidentemente, nelle lesioni presenti, le conseguenze del meccanismo spingente, confermato anche dalle analisi numeriche, derivato dai gravi della cupola e del tamburo e trasmesso all'intero organismo attraverso gli arconi della crociera. Gli interventi previsti, di conseguenza, non mirano alla sola riparazione del danno ma ad inserirsi in un "sistema" di consolidamento generale che aumentando la rigidità sul piano orizzontale dell'intero complesso contribuisce a ripartire spinte e sollecitazioni sugli elementi strutturali verticali. Sulle volte delle cappelle - ad eccezione della cappella di

Santa Cecilia, recentemente restaurata, - con una volta dimensionalmente molto ridotta per la presenza di un grande oculo e che, a differenza delle altre, non possiede un lanternino superiore - è stata prevista, previo puntellamento sottostante e svuotamento del riempimento superiore, la posa in opera di una snella e leggera cappa di rinforzo con spessore di 4 cm e realizzata con malta a base di calce ed aggregati inerti (*tipo kimia Tectoria coccioforte*) coadiuvata nella sua funzione di collaborazione con la struttura preesistente da una rete in fibra di vetro GFRP (*tipo Kimia Kimitech Wallmesh HR*). Tale rinforzo sarà collegato alle murature perimetrali ed alla muratura della ghiera dell'oculo centrale della volta della cappella stessa, con impernature annegate nella cappa estradossale e realizzate con barre ad aderenza migliorata in acciaio inox Ø 12 mm poste ad un passo di 50 cm l'una dall'altra, profonde rispettivamente 80 cm e 30 cm inserite in fori Ø 16 e sigillate, a loro volta, con resina. L'intervento mira a ridurre la componente orizzontale della spinta sui pennacchi inferiori. A contribuire con efficacia alla distribuzione omogenea delle sollecitazioni su tutto l'organismo, ed in particolare a contrastare le spinte orizzontali degli archi sulle murature d'ambito, e contribuire al trattenimento della facciata, sono anche le catene in acciaio zincato Ø25 in fori Ø40 previste, all'imposta degli archi di accesso di tutte le cappelle; tali catene saranno giuntate con manicotti tenditori avvitati ad entrambe le estremità filettate delle barre.

La perforazione delle murature dovrà avvenire, nel rispetto del monumento ed in particolare del suo apparato decorativo, previo bendaggio di sostegno e protezione delle decorazioni in stucco prossimali e con un carotiere provvisto di un sistema di recupero delle acque di raffreddamento. Le attestazioni delle catene saranno realizzate con piastre quadrate sempre in acciaio zincato 300x300mm s=30mm e nervate con piatti 300x70 S =15mm di analogo materiale uniti tramite saldature a cordone d'angolo (*cf. part. Tav. C.06*). Le attestazioni delle catene delle due cappelle all'ingresso saranno poste in opera sulla facciata principale, previa disarticolazione del paramento e successiva ricollocazione, mentre dal lato opposto, sulle colonne di sostegno della crociera, dove è presente un rivestimento in lastre marmoree, si procederà ad un taglio locale di tale rivestimento per una porzione di circa 60 x 60 cm, tale da permetterne la posa in opera; si provvederà successivamente, al riposizionamento della parte di lastra rimossa ed al restauro dei bordi tagliati. Per quanto riguarda le altre due cappelle le attestazioni come detto saranno analoghe ma, se da un lato saranno posizionate, analogamente alle precedenti, sotto le lastre di rivestimento dall'altro, all'interno degli ambienti delle tribune, saranno posizionate a contatto con la muratura previa demolizione locale dell'intonaco per un campo di circa 60 x 60 cm e lasciate a vista, avendo cura di riquadrare, successivamente alla posa in opera dei capochiave, l'intonaco circostante (*cf. Tav. C07*). In tutti i casi, infine il fissaggio sarà effettuato con doppi dadi esagonali e rosette.

#### Arconi della crociera e della navata

A completamento degli interventi strutturali di consolidamento dei lavori compiuti nel 2013 - così come era stato previsto nella progettazione preliminare - Sugli arconi longitudinali della crociera è stata prevista la posa in opera di due catene longitudinali Ø32mm in fori Ø50mm, poste alla quota dell'architrave della trabeazione che chiude l'ordine gigante che scandisce il prospetto interno della Chiesa. Le varie sezioni nelle quali esse si articolano, data la loro lunghezza, saranno giuntate con manicotti avvitati ad entrambe le estremità filettate delle barre; i capochiave finali saranno realizzati con piastre quadrate in acciaio



zincato 600x600mm s=30mm, provviste di nervature h= 70mm e s=15mm, (cfr. Tav. C7); tali attestazioni saranno poste in opera dal lato dell'ingresso della chiesa previa disarticolazione del paramento di facciata e sua successiva ricollocazione e dal lato opposto, accanto all'abside, all'interno dei locali ad uso del convento saranno posizionate a contatto con la muratura previa demolizione locale dell'intonaco per un campo di circa 100x100 cm, applicazione di rete in GFRP fibra di vetro per rinforzare la muratura stessa e lasciate a vista, avendo cura di riquadrare, successivamente alla posa in opera, l'intonaco circostante (cfr Tav. C07) . In tutti i casi il serraggio sarà effettuato con dado e controdado esagonali e rosette. Le tirantature previste incrementano, - insieme a quelle delle cappelle di ingresso Costaguti e Cavallerini - l'interconnessione tra la facciata ed il corpo della navata e assicurano, insieme a quelle già poste in opera, il contrasto delle spinte in direzione diagonale degli arconi sovrastati dalla cupola e dall'alto tamburo.concludere l'intero impianto di contrasto delle spinte degli arconi della chiesa, sui restanti tre grandi archi della navata uno all'ingresso della chiesa ingresso e due nell'abside è stata prevista la posa in opera di catene longitudinali analoghe alle altre per dimensioni - Ø32mm in fori Ø50mm – ed attestazioni -piastre quadrate in acciaio zincato 600x600mm s=30mm, con nervature h= 70mm e s=15mm. I capochiave di questi ulteriori elementi di contrasto saranno posti in opera previa rimozione locale del paramento delle lesene angolari di facciata, per la catena all'ingresso; dalla parte del fianco Nord- Ovest della Chiesa (corrispondente al Via del Monte della Farina) un capo chiave sarà occultato sotto l'intonaco della lesena angolare della facciata laterale della parte della sagrestia (cfr Tav. C07), e l'altro sarà a vista sul paramento murario in laterizio; analogamente sul lato opposto, cioè N-E, le piastre di attestazione delle catene degli archi absidali saranno a vista (cfr Tav. C07).è provveduto, infine, ad intervenire sulle attestazioni dei tiranti messi in opera nel 2013. Le piastre di attestazione di questi ultimi, infatti, appoggiandosi solo in parte sul risalto delle lesene presenti sul prospetto del fianco di Nord-Ovest - lato Via del Monte della Farina- risultano, quindi, essere parzialmente prive del contrasto murario posteriore. Per risolvere tale problema si è ipotizzato di realizzare, previo smontaggio del capo chiave, un ringrosso murario a tergo, armato, realizzato con mattoni laterizi e ricorsi armati con rete in fibra di vetro (GFRP) tipo "Kimia Kimitech wallmesh hr " allettati con malta strutturale fibrorinforzata a base calce tipo "Kimia Tectoria M15". Il ringrosso sarà, a sua volta, ancorato alla muratura retrostante con barre in fibra di vetro Ø12mm in fori Ø16mm sfioccate sulla rete più esterna, ed inghisate con resina epossidica. Dopo la realizzazione del ringrosso saranno rimesse in opera le attestazioni.

ai presidi di contrasto citati, su tutti gli arconi, è stato previsto un intervento di "riparazione del danno", danno rappresentato dalle evidenti lesioni presenti in chiave. Come già detto sulla chiave degli archi della crociera sono stati messi in opera al di sotto della chiave, durante i lavori del 2013, presidi metallici di sicurezza – piastre di acciaio nervate - che hanno impedito lo slittamento della muratura in corrispondenza delle lesioni. Tali presidi, prima di intervenire con le operazioni di consolidamento, dovranno essere rimossi insieme al loro sistema di sostegno superiore già descritto. Per ripristinare la continuità muraria ed irrigidire e rinforzare tutti gli archi della crociera, della navata e della parte absidale, si procederà, quindi, con cuciture armate radiali all'interno della ghiera, mediante inserimento di barre in acciaio inox Ø12mm in foro Ø16mm, sigillate con resine epossidiche, disposte radialmente ed inclinate di circa 65° rispetto al piano verticale degli

archi. La posizione ed i passi dei fori di tali imperniature sono stati previsti nel rispetto delle decorazioni presenti all'intradosso degli arconi stessi; i fori, che saranno praticati previo bendaggio di protezione delle decorazioni, infatti, sono posizionati all'interno dei campi intonacati delle specchiature di intradosso salvaguardando sia la decorazione ad ovuli dorata del bordo sia la parte figurativa del campo centrale. (cfr. Tav. C06).

### Consolidamento delle cornici

#### *Ordine maggiore*

L'intervento su tale importante elemento della principale partitura architettonica della chiesa è stato progettato con un duplice scopo:

Come *rinforzo della cornice*, inserendosi all'interno delle opere, sistematicamente previste, affinché si possa intervenire efficacemente ed in sicurezza, sia per la manutenzione su luci ed impianti sia per il fondamentale controllo, più ravvicinato, rispetto a quello possibile da terra, dell'apparato decorativo della chiesa.

Come *struttura-cordolo*, perimetrale all'intero organismo della chiesa, in grado insieme alle altre opere già descritte di contribuire efficacemente ad aumentare la rigidità delle strutture sul piano orizzontale e, di conseguenza a ripartire in maniera più uniforme le componenti orizzontali delle sollecitazioni agenti sui maschi murari, compensando quell'asimmetria dei contrasti più volte evidenziata precedentemente, già più volte evidenziato anche negli altri interventi previsti la progettazione della struttura parte anche dalla volontà di non interferire con l'apparato decorativo dell'edificio; per questo è stato previsto un intervento dall'alto, rimovibile, non visibile e non invasivo. L'elemento cordolo è costituito da:

Un profilato in acciaio zincato a L 200x200x15mm, disposto su tutto il perimetro esterno dell'aggetto maggiore, ancorato alle murature circostanti tramite perfori di lunghezza pari 80 cm (alternati tra orizzontali e inclinati) a Ø16mm in foro Ø12mm, ed alla cornice inferiore con barre verticali analoghe di lunghezza pari a circa 70 cm in fori della stessa dimensione degli altri, tutti sigillati con resine epossidiche, l'interasse delle perforazioni dovrà essere di 50 cm.

Profilati in acciaio zincato a T 150 s=10mm disposti ortogonalmente alla cornice, collegati alla L di bordo con saldature a cordone d'angolo, ed alla muratura della cornice sottostante con barre verticali in acciaio inox sempre Ø12mm in foro Ø16mm con passo di 50 cm

Un piatto in acciaio zincato 150mm s=10mm disposto lungo il perimetro esterno della cornice, unito ai profili a T trasversali con saldature a cordone di angolo ed ancorato alla cornice inferiore con barre inclinate in acciaio inox Ø12mm di lunghezza pari a circa 160 cm, in fori Ø16mm con passo di circa 50 cm a loro volta sigillati con resine epossidiche (cfr. Tav. C.06).

#### *Cornice dell'anello del tamburo*

Anche questo intervento, come quello precedente, avrà la funzione di rinforzo del cornicione percorribile, ma al contempo anche di cerchiatura alla base del tamburo, collaborante con quelle preesistenti. Il cordolo sarà analogo a quello previsto sulla cornice

della trabeazione della chiesa; si veda, quindi la descrizione della voce al paragrafo precedente. (cfr. Tav. C.06).

### *Campanile*

Il campanile a "vela" è costituito da un unico muro verticale spesso circa 150 cm con terminazione di forma triangolare, forato dai due lunghi vani campanari verticali; questi ultimi, adiacenti, sono divisi nella lunghezza da un esile solaietto in due parti, quella sottostante di forma rettangolare e la superiore terminante con archi quasi tangenti alla linea di colmo del "timpano", sulla chiave dei quali sono visibili lesioni verticali. Per contrastare l'apertura dei vani campanari è stata inserita in passato una cerchiatura costituita da due profili opposti in acciaio a doppio T, posti sui fianchi della muratura in cui è inserita una coppia di barre tiranti - una barra per ogni lato del campanile - inserite in fori praticati nei profilati ed attestate con dadi. È evidente, e confermato dalla modellazione matematica, che tale elemento rappresenta una forte vulnerabilità dal punto di vista sismico in quanto la muratura risulta essere snella e libera senza contrasti per l'intera altezza ed in più indebolita dalle aperture verticali e spingenti delle due celle campanarie. È previsto, di conseguenza un intervento che ponesse rimedio sia alla vulnerabilità dovuta alla spinta degli archi, sia a quella dovuta alla grande luce libera di inflessione della muratura. Per i vani campanari si prevede, quindi, - previa rimozione delle cerchiature esistenti e dell'intonaco ove necessario - l'inserimento di 2 telai centrali per ogni vano, costituiti da piatti metallici zincati 200x15 mm. I piatti verranno collegati alla muratura retrostante mediante perfori  $\phi 16$  a passo di 30 cm e lunghezza pari a 30 cm, armati con barre in acciaio M14 e iniezioni con resine epossidiche. Alla base dei telai, in corrispondenza con la muratura piena del campanile, al fine di evitare il ribaltamento dello stesso, verranno realizzati 4 perfori per ogni cella, di diametro pari a  $\phi 30$  di lunghezza pari a 6.00 m, armati con barre  $\phi 24$  e iniezioni con malte cementizie antiritiro. Per evitare lo sfilamento delle barre verticali, in corrispondenza della fine dei perfori verticali, verrà realizzato un carotaggio per ogni coppia di barre (a quote differenti in modo da non creare interferenze tra i due) di diametro pari a  $\phi 220$  con inserito un mezzo tubolare  $\phi 193.7 \times 8$  mm per ancorare la barra verticale (cfr. Tav. C.XXX). Esternamente al campanile, sia sul lato interno che quello esterno, al fine di ancorare alla base i piatti metallici verticali, si dovranno realizzare perfori inclinati  $\phi 30$  di lunghezza pari a 3.00 m, armati con barre  $\phi 24$  e iniezioni con malte cementizie antiritiro.

### *Paraste*

Dalla verifica effettuata in loco, è emerso che alcune paraste di rivestimento dei pilastri interni, presentano dei distacchi dal supporto murario retrostante. Da prove con georadar effettuate sugli elementi, è emersa la presenza di eventuali elementi metallici di collegamento che magari, durante il corso degli anni, hanno subito dei danneggiamenti e quindi alcuni potrebbero non essere più efficaci. Questi elementi, sono disposti fino ad una quota massima di circa 20.00 m, rappresentando così una forte vulnerabilità per la pubblica incolumità. fine di prevenire il cinematismo di ribaltamento degli elementi si decide di intervenire mediante realizzazione di perfori, in numero minimo di 6 per lastra, di diametro pari a  $\phi 10$  mm di lunghezza pari a 20 cm armati con barre M8 e iniezioni con

resine epossidiche. Per poter “nascondere” il dado, la parte più esterna del perforo dovrà essere effettuata con diametro pari a 20 mm per una profondità di 20 mm, in modo da occultare la rondella e il dado, per poi procedere alla stuccatura del foro con polvere di marmo (*cf. Tav. C.XXX*).

## **Manutenzione e manutenibilità della Chiesa**

### **Premessa**

Dalla manutenzione alla manutenibilità, indica la necessità di spostare le acquisizioni, fatte in ambito manutentivo, alla fase del progetto. La progettazione del restauro di un edificio anche nell’ottica di rendere agevole ed economica la manutenzione, sposare la cultura della manutenzione occasionale ed al bisogno con quella del progetto, è un obiettivo da perseguire e verso il quale ci si vuole dirigere. Assumere tuttavia l’orizzonte della manutenibilità, nel momento della progettazione degli interventi da porre in essere in un edificio, non può tradursi nell’aggiungere nuove valutazioni al progetto, ma modificare profondamente l’approccio metodologico. Dunque le scelte che possono rendere più agevoli e meno costosi i processi manutentivi degli edifici non si configurano come scelte separate, finalizzate alla manutenibilità; si tratta piuttosto di una cultura e di cognizioni tecniche che è necessario acquisire nel momento delle scelte globali di progettazione.

### **Manutenibilità**

#### Linee vita

Nell’ottica di quanto premesso, le opere previste mirano a rendere possibile attraverso le mirate scelte progettuali di manutenibilità, una manutenzione predittiva delle parti più critiche che porta ad una più semplice ed immediata manutenzione correttiva corrispondente agli specifici provvedimenti. Si è previsto quindi di porre in opera su più livelli delle linee vita che come già accennato, rendano più frequenti ed agevoli, in quanto permettono di operare in sicurezza, gli interventi manutentivi necessari. Nello specifico, le linee vita verranno poste:

*In corrispondenza del camminamento posto sulla cornice dell’ordine maggiore della navata* che, interessato come precedentemente detto, da un intervento di rinforzo che ne consente la percorribilità, è accessibile dal lato conventuale posto dietro l’abside, e corre lungo l’intero perimetro della navata, dei transetti e dell’abside. In questa posizione sono posti i cablaggi di alcuni impianti, tra cui quello delle luci, così come sono collocati i fari di illuminazione generale della chiesa. Nelle parti corrispondenti ai transetti, inoltre, si trovano le catene esistenti che contrastano le spinte delle volte. Tutto ciò giustifica l’introduzione di un elemento che consenta l’accesso e l’utilizzo in sicurezza di tale percorso in quota. Si è previsto, quindi, di porre in opera, lungo il perimetro del cornicione, linea vita realizzata con una fune costituita da un trefolo in acciaio inox UNI EN /11578 classe C tipo “Kit funi per UNITH 1/2/3/4” sorretta da elementi di ancoraggio con piastra a muro di testata e di passaggio UNI-EN 795/02 rispettivamente tipo “UNITH 3/W” e tipo “UNITH 3/PW” collegati alle murature d’ambito con ancoraggi M12 sigillati con resina.

*In corrispondenza del camminamento posto sulla cornice dell’anello del tamburo*, interessato anch’esso da un intervento di rinforzo che ne consente la percorribilità.

L'introduzione di una linea vita analoga a quella precedentemente descritta, consente, inoltre, di evitare gli invasivi interventi necessari a rendere sicura ed a norma la balaustra esistente che rischierebbero di alterarne profondamente l'estetica.

*Sul colmo della copertura a tetto della navata.* L'intervento, evidentemente necessario a garantire la manutenzione non solo del manto di copertura, ma anche delle linee di gronda, prevede l'introduzione di una linea vita corrente lungo il colmo realizzata con una fune costituita da un trefolo in acciaio inox - secondo la normativa UNI EN /11578 classe C- tipo "Kit funi per UNITH 1/2/3/4" sorretta da elementi di ancoraggio con piastre per colmo di testata e di passaggio- sempre secondo la normativa UNI-EN 795/02-rispettivamente tipo "UNITH 3/E" e tipo "UNITH 3/P"; Per accedere al colmo del tetto ed ad integrare il sistema di sicurezza, sono presenti elementi puntuali di sostegno ed altri analoghi ma con funzione anticaduta, questi ultimi posti, come da normativa a 2.30 m dalla linea di gronda. Il collegamento bullonato degli elementi di sostegno delle linee vita e dei sostegni puntuali alla struttura del tetto sottostante avverrà con 2 piastre in acciaio zincato di dimensioni 900x450mm s=3mm, una per ogni lato del colmo provviste di fori svasati Ø 12, opportunamente posizionati in funzione dell'orditura sottostante della struttura del tetto, nel primo caso, nel secondo sarà necessaria, invece, una unica analoga piastra di dimensione 300x90mm, infine a sostegno degli ancoraggi anticaduta si porranno in opera due piastre, sempre in acciaio zincato e con fori Ø 12 di sezione 300x3mm, ma di forma trapezoidale, con lunghezza massima di 900mm unite sulla linea di displuvio del tetto, in corrispondenza del loro lato obliquo; tutte le piastre previste saranno appoggiate direttamente sullo strato impermeabile del tetto, previa rimozione locale delle tegole; attraverso i loro fori, verranno praticate ulteriori perforazioni Ø 12 che attraversando la guaina, lo strato di massetto sottostante e le piastrelle raggiungeranno l'intradosso della copertura. Le piastre superiori verranno quindi collegate a delle contropiastre inferiori sempre in acciaio zincato 900x300 S=300 mm poste a contrasto con la struttura lignea del tetto superiore ed unite alle piastre superiori con bulloni in acciaio zincato M12 a testa svasata serrati con dadi. Dopo la posa in opera di piastre, delle, contropiastre e degli elementi componenti il sistema di sicurezza della linea vita si procederà alla posa in opera di una nuova guaina bituminosa armata, compatibile con quella esistente che, collegandosi a quest'ultima coprirà interamente i piatti ristabilendo l'unità della protezione dalle acque meteoriche, ad ulteriore garanzia dalla penetrazione dell'acqua, tutti gli elementi delle linee vita saranno provvisti di accessori per l'impermeabilizzazione quali grembialine in piombo sopracoppo con piastrine in acciaio inox salvagoccia.

- *Sull'esterno del tamburo.* Anche questo intervento è necessario a garantire la manutenzione del manto di copertura, e delle linee di gronda del tetto del transetto; prevede l'introduzione di due linee vita, correnti sui due lati del tamburo corrispondenti al transetto, con funi a trefolo in acciaio inox analoghe a quelle già descritte. Si differenziano solo i collegamenti degli elementi di ancoraggio e di sostegno del cavo, in quanto uniti alla muratura con piastre a loro volta inghisate con bulloni in acciaio zincato M12 sigillati con resina. Tutti gli altri componenti della linea vita, necessari per garantire l'accessibilità in sicurezza al tetto del transetto – ovvero elementi puntuali di sostegno e con funzione anticaduta -, saranno analoghi a quelli già descritti e posti in opera con le stesse modalità.

## **Manutenzione**

### Manutenzione dei tetti

Gli interventi previsti per la manutenzione del tetto sono mirati a risanare e ripristinarne i suoi elementi anche con la sostituzione di parti degradate. Gli interventi previsti dovranno essere compiuti senza opere provvisorie, con personale specializzato, ed in maniera completa e sistematica e dovranno essere:

L'eliminazione della vegetazione infestante nei sottocoppi e sulle linee di gronda, la scomposizione delle stesse e la verifica accurata dello stato di degrado dello strato impermeabilizzante, controllando la presenza di bolle, screpolature e l'aderenza al supporto sottostante e provvedendo, eventualmente, alla riparazione della guaina sovrapponeandone un'altra di materiale analogo, fibrorinforzata, collegata a quella originale.

La verifica del manto per il controllo dello spostamento o della presenza di elementi rotti o danneggiati dei suoi componenti – coppi ed embrici- provvedendo alla loro sistemazione ed alla sostituzione del cornicione del tamburo.

### Manutenzione del cornicione del tamburo

Come per i tetti, gli interventi previsti dovranno essere compiuti senza opere provvisorie, con personale specializzato. Questo elemento architettonico, sormontato da tegole di protezione, presenta un notevole stato di degrado, una grande quantità di vegetazione infestante ha spostato e rotto gli elementi laterizi superiori e degradato la malta di allettamento. Si rende necessario quindi un intervento di manutenzione sistematico che elimini il degrado, sostituisca i coppi ammalorati e provveda a ripristinarne la connessione con la cornice sottostante laddove la malta sia assente o non assolva più alla sua funzione perché degradata.

### Revisione e manutenzione del sistema di smaltimento delle acque

#### *Revisione*

Gli interventi previsti sul sistema di smaltimento delle acque rientrano nell'ambito della "progettazione della Manutenibilità" di cui si è detto. Gli interventi previsti non sono finalizzati esclusivamente alla riparazione degli elementi di gronda e dei pluviali, ma anche alla diminuzione del danno in caso di rottura, assicurando l'immediato controllo ed al rapido intervento specifico. Il tetto della navata e dell'abside si appoggia sulla muratura dei fianchi della chiesa, che spicca più alta ed il cui colmo superiore è protetto e coperto - anch'esso come il tetto della chiesa- da coppi ed embrici. Lo smaltimento delle acque di gronda di tale colmo avviene attraverso una canalizzazione in rame di raccolta, il cui discendente attraversa la muratura e porta l'acqua piovana nella stessa canalizzazione del tetto. Quest'ultima è realizzata con una lamiera di piombo, piegata a formare una canaletta di convoglio, che corre per tutta la lunghezza della gronda con un risvolto sulla superficie verticale del muro di attestazione della copertura. Al di sotto di tale canale è presente una guaina impermeabile che si raccorda a quella posta sul massetto del manto di copertura della chiesa; l'acqua così raccolta confluisce in un foro che, raccordato con

una canalizzazione discendente attraversa nuovamente la muratura e cala in generale all'esterno della facciata. Il primo pluviale del fianco sud est della chiesa - dal lato del Convento invece passa all'interno di una asola muraria coperta da un sottile paramento in mattoni in più punti asportati per successivi interventi di riparazione. Sono, infatti evidenti sulla cappella Costaguti, posta al di sotto, le tracce di passate e recenti infiltrazioni dell'acqua permeata dalla muratura. I discendenti dei colmi murari si è, quindi, previsto di eliminare l'attraversamento della muratura, raccordando i canali di gronda con discendenti esterni che porteranno l'acqua in imbuti esterni in rame in cui confluirà il tubo discendente del tetto, uscente dal muro, convogliando le acque in un unico pluviale esterno.

È evidente, come tale sistema di smaltimento, che riorganizza, ma non sostituisce l'esistente, riutilizzandone gran parte dei componenti e portando all'esterno alcune canalizzazioni, permetta per quanto possibile, di evitare, in caso di perdita in corrispondenza di raccordi ed innesti delle tubazioni, l'imbibizione della muratura, e faciliti il controllo visivo del sistema di smaltimento e permettendone una rapida e più agevole manutenzione.

### *Manutenzione*

L'operatività preliminare prevista e di fondamentale importanza è la pulizia di tutte le canalizzazioni con l'eliminazione delle piante infestanti cresciute al loro interno, in special modo all'innesto con le tubazioni discendenti. Dovranno essere successivamente verificati eventuali danni, la presenza di ruggine, di fori o squarci nei canali di gronda, nelle fascette e nei tubi pluviali e sostituite le parti degradate. Si proseguirà con il controllo della stabilità degli elementi della grondaia, e la verifica di eventuali allontanamenti dei canali dalle conchiglie di raccordo in modo da garantire il contenimento dell'acqua piovana impedendone sbocchi impropri. Di fondamentale importanza sarà il controllo dei pozzetti di scarico del tetto della navata e dell'abside, verificandone, dopo la pulizia, raccordi con la guaina di impermeabilizzazione, giunzioni e sigillature e, se necessario, sostituendo gli attuali pozzetti di raccolta con dei nuovi provvisti di specifici accorgimenti per impedire la penetrazione delle acque meteoriche nella muratura.

## **Rinsanamento conservativo**

Una volta montate le opere provvisorie si prevederà preliminarmente un rilievo dello stato di conservazione, tramite analisi visiva ravvicinata, indagini a percussioni manuale atte a verificare e localizzare eventuali distacchi ed indagini diagnostiche volte ad indagare la natura dei materiali e delle manifestazioni di degrado su di essi. I dovuti approfondimenti conoscitivi, per ogni materiale sono stati individuati gli interventi necessari ad arrestare i fenomeni di alterazione in atto, riconducibili alle categorie di seguito riportate:

- opere preliminari e preconsolidamento

- pulitura

- consolidamento

- reintegrazione

protezione superficiale punto di vista metodologico si fa riferimento ai criteri di impostazione brandiana, temperando valenza estetica e storica dell'edificio, con

particolare attenzione ai principi guida del restauro modernamente inteso: minimo intervento, reversibilità, compatibilità, distinguibilità.

## **CORPI D'OPERA:**

---

- 01 Opere Strutturali



## **Opere Strutturali**

Vengono riportati tutti gli elementi strutturali oggetto di manutenzione e controlli periodici. Tutti i controlli, da effettuare periodicamente in base alle schede allegate al presente e successivamente ad eventi straordinari quali eventi sismici, piogge straordinarie, ecc. dovranno essere effettuati anche alla presenza di tecnici specializzati oltre che da parte della committenza o chi per essa.

Successivamente ad ogni sopralluogo dovrà essere redatto opportuno verbale di avvenuto sopralluogo/controllo in cui devono essere annotate tutte le anomalie riscontrate e le relative ipotesi risolutive da firmare da parte delle figure presenti alla verifica; tale verbale dovrà essere custodito da parte della proprietà, o da chi per esso, in modo da lasciare traccia delle avvenute ispezioni periodiche.

### **UNITÀ TECNOLOGICHE:**

---

- 01.01 Interventi su strutture esistenti
- 01.02 Materiali compositi fibrosi (FRP)

## Interventi su strutture esistenti

Gli interventi sulle strutture esistenti, rappresentano tutte quelle opere di adeguamento, miglioramento e riparazione, attraverso le quali avviene il ripristino delle condizioni di sicurezza delle stesse nel rispetto della normativa vigente. Tali interventi possono avere come finalità:

- di riportare gli elementi strutturali alla situazione iniziale di capacità resistente;
- di rafforzare gli elementi strutturali per cambiamento di destinazione d'uso, per adeguamento alle normative sismiche, ecc..

Prima di ogni intervento è opportuno avere un quadro conoscitivo completo delle strutture. In particolare avviare un processo diagnostico per una valutazione dello stato di salute della struttura. Il grado di approfondimento e le metodologie più adeguate andranno ogni volta misurate sulla base delle destinazioni d'uso dell'organismo strutturale in esame e delle sue tipologie e schemi strutturali-statici.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.01.R01 Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli interventi sulle strutture esistenti dovranno garantire il ripristino delle condizioni di sicurezza e dovranno contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

##### **Prestazioni:**

Gli interventi sulle strutture esistenti dovranno contrastare in modo concreto il prodursi di eventuali rotture o deformazioni rilevanti in conseguenza dell'azione di sollecitazioni meccaniche che possono in un certo modo comprometterne la durata e la funzionalità nel tempo e costituire pericolo per la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio, carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, carichi provocati da dilatazioni termiche, eventuali assestamenti e deformazioni di strutturali.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti le pareti si rimanda comunque alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

#### 01.01.R02 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

##### **Prestazioni:**

Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.

#### 01.01.R03 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

##### **Prestazioni:**

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

#### 01.01.R04 Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

All'interno del piano di manutenzione redatto per l'opera interessata, dovranno essere inserite indicazioni che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente attraverso il minore utilizzo di sostanze tossiche, favorendo la riduzione delle risorse.

##### **Prestazioni:**

Favorire l'impiego di materiali e componenti caratterizzati da un lungo ciclo di vita e da efficiente manutenibilità e riutilizzabilità degli stessi. In fase progettuale optare per la composizione dell'edificio dei sub-sistemi, utilizzando tecnologie e soluzioni mirate a facilitare gli interventi di manutenzione e a ridurre la produzione di rifiuti.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Utilizzo di materiali e componenti con basse percentuali di interventi manutentivi.

## **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- 01.01.01 Catene
- 01.01.02 Cerchiatura in acciaio
- 01.01.03 Iniezioni di miscele resinose
- 01.01.04 Inghisaggio mediante ancoraggio
- 01.01.05 Saldature
- 01.01.06 Tiranti
- 01.01.07 Ancoraggio chimico
- 01.01.08 Iniezioni di boiaccia

## Catene

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Le catene svolgono una funzione statica di sostegno di contrasto a spostamenti orizzontali. In genere vengono utilizzate in caso di dissesti dovuti a traslazioni orizzontali di parti di pareti murarie o di un orizzontamento. La loro azione impedisce un eventuale incremento della traslazione. Esse vengono inserite in corrispondenza della parete muraria o di orizzontamento da presidiare. Esse possono avere sezione diversa (circolare, rettangolare, ecc.). L'intervento può essere localizzato o diffuso. Esse vanno predisposte attraverso elementi di ripartizione (piastre, giunti di tensione, organi di ritegno, ecc.).

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.01.01.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

#### 01.01.01.A02 Fessure

Fessure evidenti nelle zone di ancoraggio.

#### 01.01.01.A03 Tensione insufficiente

Tensione insufficiente tra tirante e massa muraria.

#### 01.01.01.A04 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### 01.01.01.A05 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### 01.01.01.A06 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

### CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

#### 01.01.01.C01 Controllo strutture

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Revisione*

Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesti statici. Controllare la giusta collaborazione degli elementi di ripartizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione;* 2) *Tensione insufficiente.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### 01.01.01.C02 Controllo del grado di riciclabilità

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### 01.01.01.C03 Controllo impiego di materiali durevoli

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### 01.01.01.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.01.I01 Ripristino

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino degli stati tensionali adeguati attraverso la registrazione degli elementi di ripartizione collaboranti. Sostituzione di eventuali elementi degradati con altri di analoghe caratteristiche.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.02

## Cerchiatura in acciaio

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Si tratta di interventi eseguiti sulle strutture esistenti, per migliorare la resistenza meccanica, in cui vi è la necessità di realizzare una nuova armatura mediante l'utilizzo di elementi in acciaio fissati alla struttura: angolari e calastrelli per sezioni rettangolari e piatti longitudinali con anelli circolari per sezioni circolari. L'intervento prevede:

- l'asportazione del calcestruzzo ammalorato;
- la disposizione di elementi in acciaio;
- riempimento dei vuoti di intercapedine esistenti tra struttura e gli elementi in acciaio con malte a ritiro compensato.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.02.A01 Corrosione

Decadimento degli elementi metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### 01.01.02.A02 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

### 01.01.02.A03 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

### 01.01.02.A04 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

### 01.01.02.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### 01.01.02.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### 01.01.02.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.02.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Fessurazioni;* 3) *Lesioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.02.C02 Controllo del grado di riciclabilità

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.02.C03 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.02.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.02.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.03**

# **Iniezioni di miscele resinose**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Interventi su strutture esistenti**

Le iniezioni di miscele vengono impiegate per ripristinare le strutture in c.a interessate da lesioni di natura e spessore diverso. Questa tecnica di intervento prevede normalmente l'esecuzione di un taglio a "V" nella zona del calcestruzzo intorno alla lesione e la successiva realizzazione di fori, sui lembi delle lesioni, eseguiti ad intervalli regolari con l'ausilio di un trapano. Asportate le polveri e rimosse ogni parte inconsistente si procede all'inserimento nei fori realizzati di ugelli di ottone (con diametro di circa 6 mm) incollati mediante della pasta epossidica. Dopo l'indurimento del prodotto si procede ad iniettare con una pressione adeguata negli ugelli preinseriti una miscela di resina epossidica con bassa viscosità seguendo una tecnica che prevede l'iniezione dei fori posti più in basso e proseguendo verso quelli posizionati più in alto fino a completarne l'intervento. In alternativa si possono impiegare iniettori piatti in PVC direttamente incollati superiormente alle lesioni senza effettuare perforazioni e seguire successivamente le procedure di iniezione di resine.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.03.A01 Deformazioni e spostamenti**

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

### **01.01.03.A02 Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

### **01.01.03.A03 Fessurazioni**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

### **01.01.03.A04 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

### **01.01.03.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### **01.01.03.A06 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### **01.01.03.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.03.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Lesioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.03.C02 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.03.C03 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.03.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.03.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.04**

## **Inghisaggio mediante ancoraggio**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Interventi su strutture esistenti**

Si tratta di sistemi impiegati per interventi di rinforzo e fissaggio di elementi prefabbricati in cemento armato, tra elementi strutturali degli edifici a fondazioni, per rendere la struttura stabile. L'ancoraggio di tale elementi avviene mediante colatura di malte a base di

resina epossidica oppure a base cementizia e si realizza nelle seguenti fasi:

- preparazione del supporto, che deve essere solido, compatto, privo di parti friabili e/o in distacco
- posizionamento dell'elemento da ancorare
- colatura della malta miscelata

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.04.A01 Deformazioni e spostamenti**

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

### **01.01.04.A02 Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

### **01.01.04.A03 Fessurazioni**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

### **01.01.04.A04 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

### **01.01.04.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### **01.01.04.A06 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### **01.01.04.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.04.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Lesioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.04.C02 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.04.C03 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.04.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**



### 01.01.04.I01 Interventi sulle strutture

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Elemento Manutenibile: 01.01.05

# Saldature

Unità Tecnologica: 01.01

Interventi su strutture esistenti

Le saldature sono collegamenti di parti solide che realizzano una continuità del materiale fra le parti che vengono unite. Le saldature, in genere, presuppongono la fusione delle parti che vengono unite. Attraverso le saldature viene garantita anche la continuità delle caratteristiche dei materiali delle parti unite. Tra le principali tecniche di saldature si elencano:

- saldatura a filo continuo (mig-mag);
- saldatura per fusione (tig);
- saldatura con elettrodo rivestito;
- saldatura a fiamma ossiacetilenica;
- saldatura in arco sommerso;
- saldatura narrow-gap;
- saldatura a resistenza;
- saldatura a punti;
- saldatura a rilievi;
- saldatura a rulli;
- saldatura per scintillio;
- saldatura a plasma;
- saldatura laser;
- saldatura per attrito.

## ANOMALIE RISCOINTRABILI

### 01.01.05.A01 Corrosione

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### 01.01.05.A02 Interruzione

Interruzione e mancanza di continuità tra le parti.

### 01.01.05.A03 Rottura

Rottura e mancanza di continuità tra le parti.

### 01.01.05.A04 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### 01.01.05.A05 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.05.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Ispezione a vista*

Controllo della continuità delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.

- Anomalie riscontrabili: 1) *Corrosione;* 2) *Interruzione;* 3) *Rottura.*
- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### 01.01.05.C02 Controllo impiego di materiali durevoli

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.05.C03 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.05.I01 Ripristino**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino di continuità interrotte tra parti mediante nuove saldature.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## **Elemento Manutenibile: 01.01.06**

# **Tiranti**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Interventi su strutture esistenti**

I tiranti svolgono una funzione statica di sostegno di contrasto a spostamenti orizzontali. In genere vengono utilizzati in caso di dissesti dovuti a traslazioni orizzontali di parti di pareti murarie o di un orizzontamento. La loro azione impedisce un eventuale incremento della traslazione. Essi vengono inserite in corrispondenza della parete muraria o di orizzontamento da presidiare. Essi possono avere sezione diversa (circolare, rettangolare, ecc.). L'intervento può essere localizzato o diffuso. Essi vanno predisposte attraverso elementi di ripartizione (piastre, giunti di tensione, organi di ritegno, ecc.).

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.01.06.A01 Corrosione**

Decadimento dei materiali metallici a causa della combinazione con sostanze presenti nell'ambiente (ossigeno, acqua, anidride carbonica, ecc.).

### **01.01.06.A02 Fessure**

Fessure evidenti nelle zone di ancoraggio.

### **01.01.06.A03 Tensione insufficiente**

Tensione insufficiente tra tirante e massa muraria.

### **01.01.06.A04 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### **01.01.06.A05 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### **01.01.06.A06 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.01.06.C01 Controllo strutture**

*Cadenza: ogni 6 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesti statici. Controllare la giusta collaborazione degli elementi di ripartizione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Fessure;* 2) *Tensione insufficiente.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.01.06.C02 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.01.06.C03 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.01.06.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.06.I01 Ripristino**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino degli stati tensionali adeguati attraverso la registrazione degli elementi di ripartizione collaboranti. Sostituzione di eventuali elementi degradati con altri di analoghe caratteristiche.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

### **Elemento Manutenibile: 01.01.07**

## **Ancoraggio chimico**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Interventi su strutture esistenti**

L'ancoraggio chimico (o "tassello chimico") si realizza fissando una barra metallica sulla muratura attraverso l'uso di una "colla", anziché meccanicamente per attrito o incastro. Questa tipologia d'intervento si utilizza per fissaggi con carichi sismici e dinamici, fissaggi in zona tesa e fessurata, fissaggi pesanti strutturali, riprese di getto, fissaggi su fori carotati, montaggio di elementi prefabbricati, consolidamento solai lignei e fissaggi a soffitto.

### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

#### **01.01.07.A01 Deformazioni e spostamenti**

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

#### **01.01.07.A02 Distacco**

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

#### **01.01.07.A03 Fessurazioni**

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

#### **01.01.07.A04 Lesioni**

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

#### **01.01.07.A05 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### **01.01.07.A06 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

#### **01.01.07.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.07.C01 Controllo generale**

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Lesioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.01.07.C02 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.01.07.C03 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

#### **01.01.07.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.01.07.I01 Interventi sulle strutture**

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

**Elemento Manutenibile: 01.01.08**

## **Iniezioni di boiaccia**

**Unità Tecnologica: 01.01**

**Interventi su strutture esistenti**

Si tratta di una tecnica di consolidamento dei paramenti murari applicata mediante una scarnitura profonda dei giunti murari mediante raschietti, e sigillatura di quest'ultimi insieme ad eventuali lesioni. Scelta dei punti di iniezione (2-4 al mq). Successiva perforazione con trapano a rotazione per circa 2/3 dello spessore murario. Posizionamento degli ugelli e sigillatura. Lavaggio mediante acqua dei paramenti murari. Procedendo dal basso verso l'alto, iniezione della miscela (boiaccia: malta con legante idraulico ed addizionata con abbondante acqua per ottenere una miscela molto fluida). L'operazione si conclude fino alla fuoriuscita della malta dai fori predisposti.

## ANOMALIE RISCONTRABILI

### 01.01.08.A01 Deformazioni e spostamenti

Deformazioni e spostamenti dovuti a cause esterne che alterano la normale configurazione degli elementi strutturali.

### 01.01.08.A02 Distacco

Disgregazione e distacco di parti notevoli del materiale che può manifestarsi anche mediante espulsione di elementi prefabbricati dalla loro sede.

### 01.01.08.A03 Fessurazioni

Degradazione che si manifesta con la formazione di soluzioni di continuità del materiale e che può implicare lo spostamento reciproco delle parti.

### 01.01.08.A04 Lesioni

Si manifestano con l'interruzione del tessuto murario. Le caratteristiche e l'andamento ne caratterizzano l'importanza e il tipo.

### 01.01.08.A05 Basso grado di riciclabilità

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

### 01.01.08.A06 Impiego di materiali non durevoli

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### 01.01.08.A07 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.08.C01 Controllo generale

*Cadenza: ogni 12 mesi*

*Tipologia: Controllo a vista*

Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.

- Requisiti da verificare: 1) *Resistenza meccanica.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Deformazioni e spostamenti;* 2) *Lesioni.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.08.C02 Controllo del grado di riciclabilità

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Basso grado di riciclabilità.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.08.C03 Controllo impiego di materiali durevoli

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### 01.01.08.C04 Controllo del contenuto di sostanze tossiche

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO

### 01.01.08.I01 Interventi sulle strutture

*Cadenza: quando occorre*

Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## Materiali compositi fibrosi (FRP)

I compositi fibrosi a matrice polimerica FRP (acronimo di Fiber Reinforced Polymers) vengono utilizzati per il rinforzo di strutture nel campo edili. Essi si ottengono mediante la sovrapposizione e/o miscelazione di materiali diversi.

sono prodotti di polimeri rinforzati di fibre realizzati in nastri, tessuti o lastre rinforzate con fibre di carbonio, vetro e/o aramide che vengono immersi in matrici resinose epossidiche, fenoliche, ecc., utilizzati per il consolidamento statico. L'uso del FRP nel rinforzo sismico di elementi in c.a. è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce in FRP con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
  - aumento della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con FRP con fibre lungo il perimetro;
  - miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con FRP con fibre continue disposte lungo il perimetro. Vengono inoltre utilizzate per le cerchiature esterne e per gli interventi volti a ridurre la spinta di archi e volte.
- Tra le principali fibre più utilizzate per la produzione di materiali compositi vi sono quelle di vetro, di carbonio, le fibre aramidiche, altre tipologie (PBO, basalto, PAV) ed ibridi, ossia costituiti da differenti filati. I compositi per il rinforzo strutturale sono disponibili sul mercato in diverse geometrie:
- lamine pultruse, caratterizzate da una disposizione unidirezionale delle fibre ed utilizzate preferibilmente per placcare superfici regolari
  - tessuti bidirezionali, che si possono adattare alla forma degli elementi strutturali rinforzati
  - gli FRP applicati maggiormente nei casi in cui sia necessario limitare l'impatto estetico sulla struttura originaria e garantire una adeguata reversibilità dell'intervento.

Esistono sul mercato anche altri tipi di materiali compositi, che si differenziano per la natura della matrice (matrice inorganica) o delle fibre (fibre discontinue o continue con materiali differenti, ad esempio lacciao, il basalto, il P.B.O.). Tali compositi risultano essere particolarmente performanti per determinate applicazioni.

Le fibre più utilizzate in compositi possono essere in: carbonio, vetro, basalto, aramidiche, organiche e minerali, acciaio, tessuti ibridi e altre tipologie (canapa, lino, ecc.).

Oltre ai componenti che gli restituiscono maggiore stabilità: matrici plastiche, matrici a base di malta, matrici metalliche, matrici ceramiche, resine poliesteri, resine epossidiche, resine fenoliche, resine siliconiche.

In campo applicativo esistono altri elementi meglio definiti come: tessuti unidirezionali, tessuti multidirezionali, laminati, barre, reti, adesivi, accessori.

### REQUISITI E PRESTAZIONI (UT)

#### 01.02.R01 Resistenza agli agenti aggressivi

*Classe di Requisiti: Protezione dagli agenti chimici ed organici*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli interventi sulle strutture esistenti non dovranno essere causa di dissoluzioni o disgregazioni e/o mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.

##### **Prestazioni:**

I materiali costituenti le strutture non dovranno deteriorarsi e/o comunque perdere le prestazioni iniziali in presenza di agenti chimici presenti negli ambienti. I materiali utilizzati dovranno comunque consentire tutte le operazioni di pulizia e dovranno essere compatibili chimicamente con la base di supporto.

##### **Livello minimo della prestazione:**

I livelli minimi variano in funzione dei materiali utilizzati e del loro impiego.

#### 01.02.R02 Resistenza meccanica

*Classe di Requisiti: Di stabilità*

*Classe di Esigenza: Sicurezza*

Gli interventi sulle strutture esistenti dovranno garantire il ripristino delle condizioni di sicurezza e dovranno contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.

##### **Prestazioni:**

Gli interventi sulle strutture esistenti dovranno contrastare in modo concreto il prodursi di eventuali rotture o deformazioni rilevanti in conseguenza dell'azione di sollecitazioni meccaniche che possono in un certo modo comprometterne la durata e la funzionalità nel tempo e costituire pericolo per la sicurezza degli utenti. A tal fine si considerano le seguenti azioni: carichi dovuti al peso proprio, carichi di esercizio, sollecitazioni sismiche, carichi provocati da dilatazioni termiche, eventuali assestamenti e deformazioni di strutturali.

##### **Livello minimo della prestazione:**

Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti le pareti si rimanda comunque alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.

#### 01.02.R03 Qualificazione dei materiali

*Classe di Requisiti: Funzionalità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Funzionalità*

I prodotti applicati dovranno essere qualificati con appropriate prove sperimentali.

##### **Prestazioni:**

I processi di qualificazione dei materiali compositi dovranno garantire i seguenti aspetti:

- garantire la qualità ed il rispetto dei valori minimi richiesti;
- fornire risultati sperimentali relativi alle caratteristiche fisiche e meccaniche in un numero statisticamente significativo;
- disporre di informazioni sulle schede tecniche dei materiali.
- tutte le prove meccaniche e fisiche di qualificazione dovranno essere condotte da laboratori qualificati che dispongano di tutte le attrezzature e delle competenze necessarie e che abbiano una comprovata esperienza nella caratterizzazione dei materiali compositi

**Livello minimo della prestazione:**

I produttori dovranno fornire apposite schede tecniche relative ai profili pultrusi di FRP ed altri nelle quali devono essere indicati i valori delle proprietà meccaniche ricavati su base statistica e comprendenti i valori caratteristici, di cui devono essere definiti i corrispondenti frattili.

Nelle schede tecniche dovranno riportare i dati necessari per la valutazione statistica delle proprietà meccaniche (ad esempio: media, scarto quadratico medio, numerosità dei campioni, frattile considerato, intervallo di confidenza).

Tutte le prove effettuate sui materiali compositi dovranno rispettare i parametri e valori indicati nelle seguenti norme: UNI EN 13706-1; UNI EN 13706-2; UNI EN 13706-3.

### **01.02.R04 Vita utile della struttura**

*Classe di Requisiti: Durabilità tecnologica*

*Classe di Esigenza: Durabilità*

I materiali compositi dovranno garantire già in fase progettuale una durata tecnologica adeguata dei sistemi applicati.

**Prestazioni:**

I materiali compositi dovranno garantire in fase progettuale ed in base alla destinazione d'uso delle strutture ove applicati, una vita utile delle strutture rinforzate pari a quella di una struttura di nuova realizzazione. In particolare, i coefficienti parziali da adottare per le azioni di calcolo saranno gli stessi di quelli previsti dalla normativa vigente per le nuove costruzioni

**Livello minimo della prestazione:**

Le azioni di calcolo dovranno essere quelle riferite alle normative vigenti. Per destinazioni d'uso particolari, come ad esempio le strutture provvisorie, si può fare riferimento alla norma UNI EN 1990 per la scelta dei coefficienti parziali riferiti alla vita utile

### **01.02.R05 Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.

**Prestazioni:**

Nelle fasi progettuali dell'opera individuare e scegliere elementi e componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

**Livello minimo della prestazione:**

Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.

### **01.02.R06 Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione**

*Classe di Requisiti: Di salvaguardia dell'ambiente*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

All'interno del piano di manutenzione redatto per l'opera interessata, dovranno essere inserite indicazioni che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente attraverso il minore utilizzo di sostanze tossiche, favorendo la riduzione delle risorse.

**Prestazioni:**

Favorire l'impiego di materiali e componenti caratterizzati da un lungo ciclo di vita e da efficiente manutenibilità e riutilizzabilità degli stessi. In fase progettuale optare per la composizione dell'edificio dei sub-sistemi, utilizzando tecnologie e soluzioni mirate a facilitare gli interventi di manutenzione e a ridurre la produzione di rifiuti.

**Livello minimo della prestazione:**

Utilizzo di materiali e componenti con basse percentuali di interventi manutentivi.

### **01.02.R07 Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità**

*Classe di Requisiti: Utilizzo razionale delle risorse*

*Classe di Esigenza: Salvaguardia ambiente*

Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

**Prestazioni:**

Nelle scelte progettuali di materiali, elementi e componenti si dovrà tener conto del loro grado di riciclabilità in funzione dell'ubicazione del cantiere, del loro ciclo di vita, degli elementi di recupero, ecc.

**Livello minimo della prestazione:**

Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.



## **ELEMENTI MANUTENIBILI DELL'UNITÀ TECNOLOGICA:**

---

- 01.02.01 Resine Epossidiche bicomponente
- 01.02.02 Rete apprettata in fibra di vetro

## Resine Epossidiche bicomponente

Unità Tecnologica: 01.02

Materiali compositi fibrosi (FRP)

Si tratta di adesivi epossidici bicomponenti impiegati per i sistemi di consolidamento nei sistemi compositi a base di tessuti secchi con funzione di regolarizzazione delle superfici irregolari come murature, volte e legno. In particolare per interventi su strutture in cemento armato e muratura. Si tratta di resine epossidiche bicomponenti utilizzate per l'impregnazione dei tessuti, utilizzati con sistemi compositi a base di tessuti secchi, per creare il collegamento e la distribuzione di carico tra le fibre dei tessuti.

### ANOMALIE RISCONTRABILI

#### 01.02.01.A01 Delaminazione

Perdita di aderenza del rinforzo rispetto a strutture. Vi possono essere fenomeni di delaminazione diversi:

- delaminazione di estremità del rinforzo (plate end debonding);
- delaminazione a partire dai giunti di malta e/o da fessure trasversali nella muratura (intermediate crack debonding), ecc..

#### 01.02.01.A02 Depositi

Le superfici dei materiali compositi risultano sporche e con residui di polveri e/o altro materiale estraneo che possono rendere poco efficace l'applicazione degli stessi alle strutture.

#### 01.02.01.A03 Difetti di lay-up

Si tratta di errori di orientamento delle fibre e/o delle lamine che possono rendere inefficace l'applicazione dei rinforzi.

-

#### 01.02.01.A04 Disomogeneità o irregolarità

L'allineamento non corretto dei compositi può causare la perdita di efficacia del rinforzo strutturale in quanto gli stessi non lavorano bene a trazione.

#### 01.02.01.A05 Elevata grammatura dei tessuti

Strati di grammatura (g/mq) superiori ai dati di progetto. Grammature elevate possono formare fasci di filamenti che internamente risultano privi di adesivo. I tessuti possono dar luogo a fenomeni di incoerenza durante le fasi di applicazione in quanto l'impregnatura della resina al tessuto non risulterà idonea.

#### 01.02.01.A06 Elevato spessore dei laminati

Rischi di rottura per delaminazione dovuti all'utilizzo di laminati con elevato spessore.

#### 01.02.01.A07 Fessurazioni del supporto

Fenomeni di interruzione delle superfici dei supporti per la presenza di rotture singole o ramificate che possono compromettere l'applicazione di rinforzi.

#### 01.02.01.A08 Non planarità delle superfici

Le superfici dei supporti interessate dall'applicazione dei rinforzi risultano non perfettamente planari potendo dar luogo ad instabilità dei volumi coinvolti.

#### 01.02.01.A09 Peeling o delaminazione di estremità

Prevalenza della crisi di delaminazione che si manifesta particolarmente negli interventi di placcaggio dove sono stati applicati prodotti con spessori di riferimento > 2 mm (come due lamine sovrapposte). E' un meccanismo fragile che può manifestarsi anche con carichi minimi.

#### 01.02.01.A10 Presenza di occlusioni di aria

Presenza di punti di non trasferimento dovute ad occlusioni di aria negli adesivi che possono compromettere il non completo trasferimento delle sollecitazioni tra rinforzi e supporti.

#### 01.02.01.A11 Punti di spinta o vuoto

Perdita di aderenza del rinforzo per distacco. E' un fenomeno che si manifesta quando il rinforzo assume sforzo di trazione andandosi a staccare in conseguenza della modesta resistenza alla trazione e dell'adesione che possiede l'adesivo.

#### 01.02.01.A12 Rotture e danneggiamenti

Rotture e/o danneggiamenti di parti dei materiali compositi dovuti a difetti intrinseci dei materiali, a dimensionamenti progettuali e di calcolo errati, alla presenza di spigoli vivi nelle strutture, ecc..

#### 01.02.01.A13 Distacco

Distacco di materiali compositi dalla sede di applicazione.

### **01.02.01.A14 Rottura**

Rottura di parti dei materiali compositi.

### **01.02.01.A15 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### **01.02.01.A16 Contenuto eccessivo di sostanze tossiche**

Contenuto eccessivo di sostanze tossiche all'interno dei prodotti utilizzati nelle fasi manutentive.

## **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.01.C01 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) *Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Impiego di materiali non durevoli.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

### **01.02.01.C02 Controllo del contenuto di sostanze tossiche**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.

- Requisiti da verificare: 1) *Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.*
- Anomalie riscontrabili: 1) *Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.*
- Ditte specializzate: *Tecnici di livello superiore.*

## **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

### **01.02.01.I01 Ripristino**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino dei materiali compositi in relazione al progetto di consolidamento statico delle strutture da salvaguardare.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

## **Elemento Manutenibile: 01.02.02**

# **Rete apprettata in fibra di vetro**

**Unità Tecnologica: 01.02**

**Materiali compositi fibrosi (FRP)**

Si tratta di elementi in rete apprettata costituita da fibre di vetro a maglie con caratteristiche di resistenza agli alcali, da impiegare nel rinforzo di supporti in pietra, mattoni, tufo, ecc., per conferirgli una ripartizione più uniforme delle sollecitazioni.

## **ANOMALIE RISCONTRABILI**

### **01.02.02.A01 Delaminazione**

Perdita di aderenza del rinforzo rispetto a strutture. Vi possono essere fenomeni di delaminazione diversi:

- delaminazione di estremità del rinforzo (plate end debonding);
- delaminazione a partire dai giunti di malta e/o da fessure trasversali nella muratura (intermediate crack debonding), ecc..

### **01.02.02.A02 Depositi**

Le superfici dei materiali compositi risultano sporche e con residui di polveri e/o altro materiale estraneo che possono rendere poco efficace l'applicazione degli stessi alle strutture.

### **01.02.02.A03 Difetti di lay-up**

Si tratta di errori di orientamento delle fibre e/o delle lamine che possono rendere inefficace l'applicazione dei rinforzi.

#### **01.02.02.A04 Disomogeneità o irregolarità**

L'allineamento non corretto dei compositi può causare la perdita di efficacia del rinforzo strutturale in quanto gli stessi non lavorano bene a trazione.

#### **01.02.02.A05 Elevata grammatura dei tessuti**

Strati di grammatura (g/mq) superiori ai dati di progetto. Grammature elevate possono formare fasci di filamenti che internamente risultano privi di adesivo. I tessuti possono dar luogo a fenomeni di incoerenza durante le fasi di applicazione in quanto l'impregnatura della resina al tessuto non risulterà idonea.

#### **01.02.02.A06 Elevato spessore dei laminati**

Rischi di rottura per delaminazione dovuti all'utilizzo di laminati con elevato spessore.

#### **01.02.02.A07 Fessurazioni del supporto**

Fenomeni di interruzione delle superfici dei supporti per la presenza di rotture singole o ramificate che possono compromettere l'applicazione di rinforzi.

#### **01.02.02.A08 Non planarità delle superfici**

Le superfici dei supporti interessate dall'applicazione dei rinforzi risultano non perfettamente planari potendo dar luogo ad instabilità dei volumi coinvolti.

#### **01.02.02.A09 Peeling o delaminazione di estremità**

Prevalenza della crisi di delaminazione che si manifesta particolarmente negli interventi di placcaggio dove sono stati applicati prodotti con spessori di riferimento > 2 mm (come due lamine sovrapposte). E' un meccanismo fragile che può manifestarsi anche con carichi minimi.

#### **01.02.02.A10 Presenza di occlusioni di aria**

Presenza di punti di non trasferimento dovute ad occlusioni di aria negli adesivi che possono compromettere il non completo trasferimento delle sollecitazioni tra rinforzi e supporti.

#### **01.02.02.A11 Punti di spinta o vuoto**

Perdita di aderenza del rinforzo per distacco. E' un fenomeno che si manifesta quando il rinforzo assume sforzo di trazione andandosi a staccare in conseguenza della modesta resistenza alla trazione e dell'adesione che possiede l'adesivo.

#### **01.02.02.A12 Rotture e danneggiamenti**

Rotture e/o danneggiamenti di parti dei materiali compositi dovuti a difetti intrinseci dei materiali, a dimensionamenti progettuali e di calcolo errati, alla presenza di spigoli vivi nelle strutture, ecc..

#### **01.02.02.A13 Basso grado di riciclabilità**

Utilizzo nelle fasi manutentive di materiali, elementi e componenti con un basso grado di riciclabilità.

#### **01.02.02.A14 Impiego di materiali non durevoli**

Impiego di materiali non durevoli nelle fasi manutentive degli elementi.

### **CONTROLLI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.02.02.C01 Controllo del grado di riciclabilità**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Controllo*

Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.

- Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.
- Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilità.
- Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

#### **01.02.02.C02 Controllo impiego di materiali durevoli**

*Cadenza: quando occorre*

*Tipologia: Verifica*

Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.

- Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.
- Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.
- Ditte specializzate: Tecnici di livello superiore.

### **MANUTENZIONI ESEGUIBILI DA PERSONALE SPECIALIZZATO**

#### **01.02.02.I01 Ripristino**

*Cadenza: quando occorre*

Ripristino dei materiali compositi in relazione al progetto di consolidamento statico delle strutture da salvaguardare.

- Ditte specializzate: *Specializzati vari.*

# INDICE

1) PIANO DI MANUTENZIONE .....	pag.	<a href="#">2</a>
2) Opere Strutturali .....	pag.	<a href="#">14</a>
" 1) Interventi su strutture esistenti .....	pag.	<a href="#">15</a>
" 1) Catene .....	pag.	<a href="#">17</a>
" 2) Cerchiatura in acciaio .....	pag.	<a href="#">18</a>
" 3) Iniezioni di miscele resinose .....	pag.	<a href="#">19</a>
" 4) Inghisaggio mediante ancoraggio .....	pag.	<a href="#">20</a>
" 5) Saldature .....	pag.	<a href="#">22</a>
" 6) Tiranti .....	pag.	<a href="#">23</a>
" 7) Ancoraggio chimico .....	pag.	<a href="#">24</a>
" 8) Iniezioni di boiaccia .....	pag.	<a href="#">25</a>
" 2) Materiali compositi fibrosi (FRP) .....	pag.	<a href="#">28</a>
" 1) Resine Epossidiche bicomponente .....	pag.	<a href="#">31</a>
" 2) Rete apprettata in fibra di vetro .....	pag.	<a href="#">32</a>

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

**COMMITTENTE:** Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

Roma, 19/12/2018

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Arch. Paolo Rocchi)

# Di salvaguardia dell'ambiente

## 01 - Opere Strutturali

### 01.01 - Interventi su strutture esistenti

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Interventi su strutture esistenti</b>		
01.01.R04	<p>Requisito: Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione</p> <p><i>All'interno del piano di manutenzione redatto per l'opera interessata, dovranno essere inserite indicazioni che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente attraverso il minore utilizzo di sostanze tossiche, favorendo la riduzione delle risorse.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Utilizzo di materiali e componenti con basse percentuali di interventi manutentivi.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</li> </ul>		
01.01.08.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.07.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.06.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.05.C03	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.04.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.03.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.02.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre
01.01.01.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre

### 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Materiali compositi fibrosi (FRP)</b>		
01.02.R06	<p>Requisito: Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione</p> <p><i>All'interno del piano di manutenzione redatto per l'opera interessata, dovranno essere inserite indicazioni che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente attraverso il minore utilizzo di sostanze tossiche, favorendo la riduzione delle risorse.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Utilizzo di materiali e componenti con basse percentuali di interventi manutentivi.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</li> </ul>		
01.02.01.C03	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche	Controllo	quando occorre



# Di stabilità

## 01 - Opere Strutturali

### 01.01 - Interventi su strutture esistenti

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Interventi su strutture esistenti</b>		
01.01.R01	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>Gli interventi sulle strutture esistenti dovranno garantire il ripristino delle condizioni di sicurezza e dovranno contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti le pareti si rimanda comunque alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.</li> <li>• Riferimenti normativi: Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 196-1; UNI EN 1356; UNI EN 1504-8; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992 1/2; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994; UNI EN 1995; UNI EN 384; UNI EN 846-9.</li> </ul>		
01.01.06.C01	Controllo: Controllo strutture	Controllo a vista	ogni 6 mesi
01.01.08.C01	Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.01.07.C01	Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.01.04.C01	Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.01.03.C01	Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.01.02.C01	Controllo: Controllo generale	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.01.01.C01	Controllo: Controllo strutture	Revisione	ogni 12 mesi

### 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Materiali compositi fibrosi (FRP)</b>		
01.02.R02	<p>Requisito: Resistenza meccanica</p> <p><i>Gli interventi sulle strutture esistenti dovranno garantire il ripristino delle condizioni di sicurezza e dovranno contrastare in modo efficace la manifestazione di eventuali rotture, o deformazioni rilevanti, causate dall'azione di possibili sollecitazioni.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: Per una analisi più approfondita dei livelli minimi rispetto ai vari componenti e materiali costituenti le pareti si rimanda comunque alle prescrizioni di legge e di normative vigenti in materia.</li> <li>• Riferimenti normativi: Legge 5.11.1971, n. 1086; Legge 2.2.1974, n. 64; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 8290-2; UNI EN 1356; UNI EN 12390-1; UNI EN 1992 1/2; UNI EN 1090-3; UNI 9503; UNI EN 1993; UNI EN 1999; UNI EN 1994; UNI EN 1995; UNI EN 384.</li> </ul>		
01.02.02.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.02.01.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi

# Durabilità tecnologica

## 01 - Opere Strutturali

### 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Materiali compositi fibrosi (FRP)</b>		
01.02.R04	<p>Requisito: Vita utile della struttura</p> <p><i>I materiali compositi dovranno garantire gi            à in fase progettuale una durata tecnologica adeguata dei sistemi applicati.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Le azioni di calcolo dovranno essere quelle riferite alle normative vigenti. Per destinazioni d           'uso particolari, come ad esempio le strutture provvisorie, si pu           ò fare riferimento alla norma UNI EN 1990 per la scelta dei coefficienti parziali riferiti alla vita utile</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI EN 13706-1; UNI EN 13706-2; UNI EN 13706-3; UNI EN 1990; CNR-DT 201; CNR-DT 202; CNR-DT 203; CNR-DT 204; CNR-DT 205; CNR-DT 210.</i></li> </ul>		
01.02.01.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi

# Funzionalità tecnologica

## 01 - Opere Strutturali

### 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Materiali compositi fibrosi (FRP)</b>		
01.02.R03	<p>Requisito: Qualificazione dei materiali</p> <p><i>I prodotti applicati dovranno essere qualificati con appropriate prove sperimentali.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Livello minimo della prestazione: I produttori dovranno fornire apposite schede tecniche relative ai profili pultrusi di FRP ed altri nelle quali devono essere indicati i valori delle proprietà meccaniche ricavati su base statistica e comprendenti i valori caratteristici, di cui devono essere definiti i corrispondenti frattili.</i></li> </ul> <p><i>Nelle schede tecniche dovranno riportare i dati necessari per la valutazione statistica delle proprietà meccaniche (ad esempio: media, scarto quadratico medio, numerosità dei campioni, frattile considerato, intervallo di confidenza). Tutte le prove effettuate sui materiali compositi dovranno rispettare i parametri e valori indicati nelle seguenti norme: UNI EN 13706-1; UNI EN 13706-2; UNI EN 13706-3.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Riferimenti normativi: D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI EN 13706-1; UNI EN 13706-2; UNI EN 13706-3; UNI EN 1990; CNR-DT 201; CNR-DT 202; CNR-DT 203; CNR-DT 204; CNR-DT 205; CNR-DT 210.</i></li> </ul>		
01.02.02.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.02.01.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi

# Protezione dagli agenti chimici ed organici

## 01 - Opere Strutturali

### 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Materiali compositi fibrosi (FRP)</b>		
01.02.R01	<p>Requisito: Resistenza agli agenti aggressivi</p> <p><i>Gli interventi sulle strutture esistenti non dovranno essere causa di dissoluzioni o disgregazioni e/o mutamenti di aspetto a causa dell'azione di agenti aggressivi chimici.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: I livelli minimi variano in funzione dei materiali utilizzati e del loro impiego.</li> <li>• Riferimenti normativi: D.Lgs. 9.4.2008, n. 81; D.M. Infrastrutture e Trasporti 14.1.2008; C.M. Infrastrutture e Trasporti 2.2.2009, n. 617; UNI 7699; UNI 8290-2; UNI 9944; UNI 10322.</li> </ul>		
01.02.02.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi
01.02.01.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista	Controllo a vista	ogni 12 mesi

# Utilizzo razionale delle risorse

## 01 - Opere Strutturali

### 01.01 - Interventi su strutture esistenti

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01</b>	<b>Interventi su strutture esistenti</b>		
01.01.R02	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità</p> <p><i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</i></li> </ul>		
01.01.08.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.07.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.06.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.04.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.03.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.02.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.01.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre
01.01.R03	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</i></li> </ul>		
01.01.08.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.07.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.06.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.05.C02	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.04.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.03.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.02.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.01.01.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre

### 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Requisiti e Prestazioni / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02</b>	<b>Materiali compositi fibrosi (FRP)</b>		
01.02.R05	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità</p> <p><i>Utilizzo razionale delle risorse attraverso l'impiego di materiali con una elevata durabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Nella fase progettuale bisogna garantire una adeguata percentuale di elementi costruttivi caratterizzati da una durabilità elevata.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</i></li> </ul>		
01.02.02.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.02.01.C02	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli	Verifica	quando occorre
01.02.R07	<p>Requisito: Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità</p> <p><i>Utilizzo di materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Livello minimo della prestazione: <i>Calcolare la percentuale di materiali da avviare ai processi di riciclaggio. Determinare la percentuale in termini di quantità (kg) o di superficie (mq) di materiale impiegato nell'elemento tecnico in relazione all'unità funzionale assunta.</i></li> <li>• Riferimenti normativi: <i>D.M. Ambiente 8.5.2003, n. 203; D.Lgs. 3.4.2006, n. 152; C.M. Ambiente 15.7.2005, n. 5205; Dir. 2008/98/CE; C.M. Ambiente 19.7.2005; UNI EN ISO 14020; UNI EN ISO 14021; UNI EN ISO 14024; UNI EN ISO 14025; UNI 11277; D.M. Ambiente 11.01.2017.</i></li> </ul>		
01.02.02.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità	Controllo	quando occorre

# INDICE

1) Di salvaguardia dell'ambiente .....	pag.	<a href="#">2</a>
2) Di stabilità .....	pag.	<a href="#">3</a>
3) Durabilità tecnologica .....	pag.	<a href="#">4</a>
4) Funzionalità tecnologica .....	pag.	<a href="#">5</a>
5) Protezione dagli agenti chimici ed organici .....	pag.	<a href="#">6</a>
6) Utilizzo razionale delle risorse .....	pag.	<a href="#">7</a>

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

**COMMITTENTE:** Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

Roma, 19/12/2018

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Arch. Paolo Rocchi)



Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.01.01</b>	<b>Catene</b>		
01.01.01.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilità.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.01.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.01.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.01.C01	Controllo: Controllo strutture <i>Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesti statici. Controllare la giusta collaborazione degli elementi di ripartizione.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione; 2) Tensione insufficiente.</li> </ul>	Revisione	ogni 12 mesi
<b>01.01.02</b>	<b>Cerchiatura in acciaio</b>		
01.01.02.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilità.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.02.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.02.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre

<b>Codice</b>	<b>Elementi Manutenibili / Controlli</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Frequenza</b>
01.01.02.C01	Controllo: Controllo generale <i>Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Deformazioni e spostamenti; 2) Fessurazioni; 3) Lesioni.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.03</b>	<b>Iniezioni di miscele resinose</b>		
01.01.03.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilità.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.03.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.03.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.03.C01	Controllo: Controllo generale <i>Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Deformazioni e spostamenti; 2) Lesioni.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.04</b>	<b>Inghisaggio mediante ancoraggio</b>		
01.01.04.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilità <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilità.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.04.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilità elevata.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.04.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
01.01.04.C01	Controllo: Controllo generale <i>Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Deformazioni e spostamenti; 2) Lesioni.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.05</b>	<b>Saldature</b>		
01.01.05.C02	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilit� a elevata.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit� a.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.05.C03	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.05.C01	Controllo: Controllo generale <i>Controllo della continuit� a delle parti saldate e l'assenza di anomalie evidenti.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Corrosione; 2) Interruzione; 3) Rottura.</li> </ul>	Ispezione a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.06</b>	<b>Tiranti</b>		
01.01.06.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilit� a <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilit� a.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilit� a.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilit� a.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.06.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilit� a elevata.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit� a.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.06.C04	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.06.C01	Controllo: Controllo strutture <i>Controllo delle parti in vista finalizzato alla ricerca di anomalie che possano anticipare l'insorgenza di fenomeni di dissesti statici. Controllare la giusta collaborazione degli elementi di ripartizione.</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Fessure; 2) Tensione insufficiente.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 6 mesi
<b>01.01.07</b>	<b>Ancoraggio chimico</b>		
01.01.07.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilit� a	Controllo	quando occorre

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
	<p>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilit    à.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilit    à.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilit    à.</li> </ul>		
01.01.07.C03	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilit    à elevata.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit    à.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.07.C04	<p>Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche</p> <p>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la dininuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.07.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Deformazioni e spostamenti; 2) Lesioni.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
<b>01.01.08</b>	<b>Iniezioni di boiacca</b>		
01.01.08.C02	<p>Controllo: Controllo del grado di riciclabilit</p> <p>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali,, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilit    à.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilit    à.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilit    à.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.08.C03	<p>Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli</p> <p>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilit    à elevata.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit    à.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.01.08.C04	<p>Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche</p> <p>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la dininuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.01.08.C01	<p>Controllo: Controllo generale</p> <p>Controllare eventuali anomalie dell'elemento strutturale dovuti a cause esterne che ne alterano la normale configurazione.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza meccanica.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Deformazioni e spostamenti; 2) Lesioni.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

## 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)

Codice	Elementi Manutenibili / Controlli	Tipologia	Frequenza
<b>01.02.01</b>	<b>Resine Epossidiche bicomponente</b>		
01.02.01.C02	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilit� a elevata.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit� a.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.02.01.C03	Controllo: Controllo del contenuto di sostanze tossiche <i>Nelle fasi di manutenzione dell'opera interessata, utilizzare prodotti e materiali con minore contenuto di sostanze tossiche che favoriscano la diminuzione di impatti sull'ambiente e favorendo la riduzione delle risorse.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Contenuto eccessivo di sostanze tossiche.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.02.01.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista <i>Controllare lo stato dei materiali compositi applicati in prossimit� a degli elementi consolidati.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica; 3) Qualificazione dei materiali; 4) Vita utile della struttura.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Depositi; 2) Disomogeneit� a o irregolarit� a; 3) Elevato spessore dei laminati; 4) Non planarit� a delle superfici; 5) Presenza di occlusioni di aria; 6) Punti di spinta o vuoto.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi
<b>01.02.02</b>	<b>Rete apprettata in fibra di vetro</b>		
01.02.02.C02	Controllo: Controllo del grado di riciclabilit� a <i>Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilit� a.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilit� a.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Basso grado di riciclabilit� a.</li> </ul>	Controllo	quando occorre
01.02.02.C03	Controllo: Controllo impiego di materiali durevoli <i>Verificare che nelle fasi manutentive degli elementi vengano utilizzati componenti caratterizzati da una durabilit� a elevata.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilit� a.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Impiego di materiali non durevoli.</li> </ul>	Verifica	quando occorre
01.02.02.C01	Controllo: Controllo generale delle parti a vista <i>Controllare lo stato dei materiali compositi applicati in prossimit� a degli elementi consolidati.</i>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisiti da verificare: 1) Resistenza agli agenti aggressivi; 2) Resistenza meccanica; 3) Qualificazione dei materiali.</li> <li>• Anomalie riscontrabili: 1) Disomogeneit� a o irregolarit� a; 2) Rotture e danneggiamenti; 3) Non planarit� a delle superfici.</li> </ul>	Controllo a vista	ogni 12 mesi

# INDICE

1) 01 - Opere Strutturali .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 1) 01.01 - Interventi su strutture esistenti .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 1) Catene .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 2) Cerchiatura in acciaio .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 3) Iniezioni di miscele resinose .....	pag.	<a href="#">3</a>
" 4) Inghisaggio mediante ancoraggio .....	pag.	<a href="#">3</a>
" 5) Saldature .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 6) Tiranti .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 7) Ancoraggio chimico .....	pag.	<a href="#">4</a>
" 8) Iniezioni di boiacca .....	pag.	<a href="#">5</a>
" 2) 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP) .....	pag.	<a href="#">5</a>
" 1) Resine Epossidiche bicomponente .....	pag.	<a href="#">6</a>
" 2) Rete apprettata in fibra di vetro .....	pag.	<a href="#">6</a>

**PIANO DI MANUTENZIONE**

**PROGRAMMA DI  
MANUTENZIONE**  
**SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI**  
(Articolo 38 del D.P.R. 5 ottobre 2010, n.207)

**OGGETTO:** Progetto Esecutivo di Consolidamento e Risanamento conservativo della Chiesa dei SS. Biagio e Carlo ai Catinari

**COMMITTENTE:** Provveditorato Interregionale per le Opere Pubbliche per il Lazio, l'Abruzzo e la Sardegna

Roma, 19/12/2018

**IL TECNICO**

\_\_\_\_\_  
(Prof. Arch. Paolo Rocchi)

**01 - Opere Strutturali****01.01 - Interventi su strutture esistenti**

<b>Codice</b>	<b>Elementi Manutenibili / Interventi</b>	<b>Frequenza</b>
<b>01.01.01</b>	<b>Catene</b>	
01.01.01.I01	Intervento: Ripristino <i>Ripristino degli stati tensionali adeguati attraverso la registrazione degli elementi di ripartizione collaboranti. Sostituzione di eventuali elementi degradati con altri di analoghe caratteristiche.</i>	quando occorre
<b>01.01.02</b>	<b>Cerchiatura in acciaio</b>	
01.01.02.I01	Intervento: Interventi sulle strutture <i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i>	quando occorre
<b>01.01.03</b>	<b>Iniezioni di miscele resinose</b>	
01.01.03.I01	Intervento: Interventi sulle strutture <i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i>	quando occorre
<b>01.01.04</b>	<b>Inghisaggio mediante ancoraggio</b>	
01.01.04.I01	Intervento: Interventi sulle strutture <i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i>	quando occorre
<b>01.01.05</b>	<b>Saldature</b>	
01.01.05.I01	Intervento: Ripristino <i>Ripristino di continuit    à interrotte tra parti mediante nuove saldature.</i>	quando occorre
<b>01.01.06</b>	<b>Tiranti</b>	
01.01.06.I01	Intervento: Ripristino <i>Ripristino degli stati tensionali adeguati attraverso la registrazione degli elementi di ripartizione collaboranti. Sostituzione di eventuali elementi degradati con altri di analoghe caratteristiche.</i>	quando occorre
<b>01.01.07</b>	<b>Ancoraggio chimico</b>	
01.01.07.I01	Intervento: Interventi sulle strutture <i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i>	quando occorre
<b>01.01.08</b>	<b>Iniezioni di boiacca</b>	
01.01.08.I01	Intervento: Interventi sulle strutture <i>Gli interventi riparativi dovranno effettuarsi a secondo del tipo di anomalia riscontrata e previa diagnosi delle cause del difetto accertato.</i>	quando occorre

**01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP)**

<b>Codice</b>	<b>Elementi Manutenibili / Interventi</b>	<b>Frequenza</b>
<b>01.02.01</b>	<b>Resine Epossidiche bicomponente</b>	
01.02.01.I01	Intervento: Ripristino <i>Ripristino dei materiali compositi in relazione al progetto di consolidamento statico delle strutture da salvaguardare.</i>	quando occorre
<b>01.02.02</b>	<b>Rete apprettata in fibra di vetro</b>	
01.02.02.I01	Intervento: Ripristino	quando occorre



<b>Codice</b>	<b>Elementi Manutenibili / Interventi</b>	<b>Frequenza</b>
	<i>Ripristino dei materiali compositi in relazione al progetto di consolidamento statico delle strutture da salvaguardare.</i>	

# INDICE

1) 01 - Opere Strutturali .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 1) 01.01 - Interventi su strutture esistenti .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 1) Catene .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 2) Cerchiatura in acciaio .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 3) Iniezioni di miscele resinose .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 4) Inghisaggio mediante ancoraggio .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 5) Saldature .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 6) Tiranti .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 7) Ancoraggio chimico .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 8) Iniezioni di boiacca .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 2) 01.02 - Materiali compositi fibrosi (FRP) .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 1) Resine Epossidiche bicomponente .....	pag.	<a href="#">2</a>
" 2) Rete apprettata in fibra di vetro .....	pag.	<a href="#">2</a>