Relativamente alla navata laterale destra (per chi guarda verso l'altare principale) ed in particolare con riferimento ai contrafforte in mattoni pieni realizzati in occasione degli interventi di riparazione e consolidamento post sisma del 1980 si prevede la realizzazione di un sistema di connessione fra gli spetti elementi e i ritti che presidiano i sistemi voltati della suddetta navata, da realizzare A SCOMPARSA su tre ordini in acciaio inox ad iniezione controllata con calza costituiti da barre in acciaio inossidabile AISI 304 (A2) ad alta resistenza (tensione di rottura a trazione 750 N/mm² – tensione di snervamento 650 N/mm²), con filettatura adeguata all'utilizzo con calza, continua su tutta la lunghezza o parziale, ottenuta tramite processo di rullatura, da collocare in perforazioni da realizzare dall'esterno per sola rotazione nelle posizioni indicate nei grafici di schematizzazione degli interventi. Le perforazioni saranno quindi iniettate a bassa pressione con miscela a base calce che a presa avvenuta realizzerà un bulbo di ancoraggio , l'intero sistema sarà contenuto in calze di tessuto, evitando in tal modo la dispersione delle miscele all'interno delle murature e quindi tutelando le opere di finitura e gli apparati decorativi.
Come detto la realizzazione di tali presidi prevede l'impiego do una tecnica innovativa che consentirà la completa scomparsa del sistema di rinforzo in quanto le chiodature saranno "cieche", pertanto l'azione di rinforzo sarà affidata per aderenza ai bulbi di ancoraggio.
Il tali eventualità a valle della realizzazione dei presidi e della avvenuta presa delle miscele di iniezione saranno eseguite delle prove di tiro a sfilamento (pull out) per il collaudo degli stessi.
Come illustrato negli schemi planimetrici si prevedono due tipologia di capochiave:

Pertanto **la realizzazione del sistema progettato** è opportuno venga eseguita per fasi:

- FASE 1: VERIFICA DEGLI ALLINEAMENTI MURARI
- FASE 2: PROVE DI ESTRAZIONE SU CAMPIONI DI SACRIFICIO DI LUNGHEZZA PARI A 60 cm
- FASE 3: POSA DI NUOVI CHIODATURE IN ACCIAIO
- FASE 4: PROVA DI TIRO A CAMPIONE

Si procederà alla verifica degli allineamenti murari riportati nei grafici forniti dall'Ente Appaltante, nonchè alla presenza di eventuali nicchie, vani e canne fumarie nei tratti di attestazione dei capochiave a piastra e "ciechi"

Si prevede la realizzazione di prove di estrazione su campioni a perdere di lunghezza pari a 60 cm, al fine di confermare sulle murature in sito i valori di progetto delle tensioni tangenziali all'interfaccia BULBO/MURATURA.

I valori medi delle tensioni tangenziali sono funzione della tipologia del substrato, ovvero del tipo di elementi resistenti, della malta di allettamento e della tessitura muraria e in funzione del tipo di malta utilizzata per l'iniezione.
Le proprietà del substrato e tra queste le caratteristiche di resistenza della malta di allettamento influenzano in modo determinante la capacità degli ancoraggi.

La modalità di rottura più ricorrente è quella che interessa il substrato, lasciando intatto il bulbo di ancoraggio, la progettazione degli ancoraggi deve essere basata sulla conoscenza delle proprietà della muratura (resistenza del materiale base).

TECNICA DI PERFORAZIONE

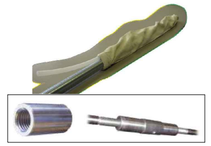
Per le perforazioni si prevede l'utilizzo di Macchine Carotatrici con sonda diamantata funzionante e sola rotazione, evitando vibrazioni dannose all'edificio, quindi assolutamente adatte ad eseguire interventi delicati su costruzioni storiche. La tecnica prevista consiste in un innovativo Sistema di Carotaggio che, avanzando in maniera totalmente controllata dall'operatore, recupera automaticamente il materiale carotato (carote) e non disperde né acqua né polveri nella muratura e/o nell'ambiente esterno, creando perforazioni perfettamente rettilinee, pulite e pronte per accogliere l'elemento di rinforzo al loro interno. Il tutto si realizza senza creare alcun danno alle superfici esterne delle murature interessate dalle perforazione a carotaggio continuo.

perforazioni a rotazione - fasi esecutive

Le chiodature del sistema di progetto avranno diametro Ø24 da inserite in fori Ø 70 realizzati secondo le modalità di cui sopra, essi saranno costituiti da tratti giuntati con manicotti certificati anch'essi in acciaio inox, l'inter elemento sarà contenuto in "calze di tessuto" che avranno la duplice funzione di:

- contenere la boiacca a base calce di iniezione evitando dispersioni nelle murature e quindi tutelando gli elementi di finitura e gli apparati decorativi;
- adattarsi alla superficie del foro garantendo la completa aderenza per l'intero sviluppo degli stessi.

Assemblaggio e posa



Successivamente alla perforazione è necessario l'inserimento, all'interno dei perfori, di specifici Tubi di Protezione di adeguato diametro, in modo da facilitare le operazioni di posa degli ancoraggi ed evitare di dover riprendere la perforazione a causa dell'ostruzione dei perfori.
Gli ancoraggi, completamente assemblati, dotati di specifica calza in tessuto e dei dispositivi di iniezione, vengono posizionati all'interno delle apposite sedi. Per gli ancoraggi con lunghezza superiore ai 6,00 metri l'assemblaggio finale viene effettuato in cantiere: la connessione tra le diverse parti avviene tramite manicotti di giunzione a completo ripristino e, nel caso di incatenamenti posti a contenimento di azioni esercitate da elementi spingenti quali archi e volte, è previsto l'inserimento di manicotti tenditori.

Iniezione della malta

La speciale malta è una miscela studiata appositamente per essere iniettata all'interno della calza in tessuto: il legante, unito ad aggregati di differente granulometria, costituisce il prodotto preconfezionato che, opportunamente miscelato con acqua, produce una malta iniettabile, a ritiro controllato.Successivamente alla miscelazione, la malta viene inserita in un specifico serbatoio e portata ad una pressione campresa tra 2,5 e 5 bar: la pressione di iniezione sarà definita in base alla lunghezza dell'ancoraggio e alle condizioni della muratura in cui si va ad operare. L'iniezione viene effettuata gradualmente fino a completa saturazione dell'ancoraggio.

inserimento barra a calza in tessuto

iniezione del bulbo

bulbo a iniezione ultimata

A sistema realizzato al termine del periodi di presta delle malte di iniezione saranno eseguite delle prove di tiro a campione secondo le prescrizione della Direzione dei Lavori.

In particolare l'utilizzo di cilindri forati a spinta posizionati in asse all'ancoraggio, di una pompa manuale per l'applicazione della forza e di un trasduttore rettilineo per la misura dello spostamento in testa alla barra, permettono di rilevare il carico ed il relativo spostamento. Un sistema digitale di acquisizione dati, composto da un personal computer collegato ad una centralina di acquisizione/conversione dati, permette di ottenere grafici carico-spostamento.

MINISTERO DELLA CULTURA

Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU

ARCIDIOCESI DI SANT'ANGELO DEI LOMBARDI
CONZA - NUSCO - BISACCIA

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR) – MISSIONE 1 – DIGITALIZZAZIONE, INNOVAZIONE, COMPETITIVITÀ E CULTURA, COMPONENTE 3 – CULTURA 4.0 (M1C3), MISURA 2 "RIGENERAZIONE DI PICCOLI SITI CULTURALI, PATRIMONIO CULTURALE, RELIGIOSO E RURALE, INVESTIMENTO 2.4: "SICUREZZA SISMICA NEI LUOGHI DI CULTO, RESTAURO DEL PATRIMONIO CULTURALE DEL FEC E SITI DI RICOVERO PER LE OPERE D'ARTE (RECOVERY ART)" – LINEA D'AZIONE N. 1 SICUREZZA SISMICA NEI LUOGHI DI CULTO, TORRI E CAMPANILI.

Sicurezza Sismica della Cattedrale di Sant'Antonino di Sant'Angelo dei Lombardi (AV)

Servizio di Ingegneria ed Architettura:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ai sensi del D.lgs n.36 del 31/03/2023 - Allegato 1.7 - Sezione II

Sezione:

PROGETTO

Elaborato:
Progetto degli interventi
Particolare tipologico - Chiodature di connessione a scomparsa in accaio inox

Data	Scala	Sigla Elaborato:
Ottobre 2024		G.PG.18
visti:		

RTP di progettazione
Via Circunvallazione 76 - 83100 Avellino

Ing. Michele Candela
Capogruppo Mandatario - Progettazione Strutture

Mandanti
Geom Gerardo Antoniello
CSP
Aspetti contabili e contrattuali
Direttore Operativo
Arch. Gerardo Policano
Progetto Architettonico
Restauro
Direttore Operativo
Arch. Antonella Guerriero
Progetto Architettonico
Restauro
Direzione Lavori
Ing. Alfredo Galasso
Progetto Strutturale
Impianti
Arch. Cristiana Tarantino
giovane professionista
Progetto Architettonico
Restauro
Direttore Operativo

Responsabile Unico del Procedimento
geom. Luigi D'Angelis

Elaborati Generali
Indagini
Progetto
Architettura e Restauro
Impianti
Cantiere