



COMUNE DI ERCOLANO

PROGETTO DEFINITIVO
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO F. GIAMPAGLIA
II CIRCOLO DIDATTICO
ERCOLANO (NA) - VIA G. SEMMOLA



COMMITTENTE:
Comune di Ercolano

ELABORATO

S.09

TITOLO:

RS - Relazione di sintesi degli interventi di rinforzo su murature ed elementi di calcestruzzo

Strutturali

DATA

settembre 2017

PROGETTISTA: Ing. Aniello Moccia

rev. 00

SUPPORTI TECNICI ALLA PROGETTAZIONE

Architettura: Arch. Raffaele Auriemma

Strutture: Prof. Ing. Michele Candela

Impianti: Ing. Salvatore Varapodio

RELAZIONE DI SINTESI DEGLI INTERVENTI DI RINFORZO SU MURATURE ED ELEMENTI IN CALCESTRUZZO

Sommario

RINFORZO MURATURE ED ELEMENTI IN CALCESTRUZZO MEDIANTE APPLICAZIONE DI TESSUTO IN ACCIAIO INOX	2
CONSOLIDAMENTO MURATURE MEDIANTE REALIZZAZIONE DI CONNESSIONE TRASVERSALE CON BARRE DI ACCIAIO PRETESE (DIATONI ARTIFICIALI PRETESI – “DIATONOS”)	6
RISANAMENTO FRONTALINI CORNICIONI E MARCAPIANI IN CLS ARMATO	8
MESSA IN SICUREZZA DEI SOLAI DAL PERICOLO DI SFONDELLAMENTO	12
REALIZZAZIONE DI GIUNTI STRUTTURALI VERTICALI ED ORIZZONTALI	16
ELENCO DELLE LAVORAZIONI	17

RINFORZO MURATURE ED ELEMENTI IN CALCESTRUZZO MEDIANTE APPLICAZIONE DI TESSUTO IN ACCIAIO INOX

I **tessuti in acciaio inox per rinforzo strutturale** assieme a malte in calce idraulica M15 costituiscono una innovativa metodologia di rinforzo di ultima generazione, di elevata efficacia nell'ambito delle murature (in particolare quelle di carattere storiche), particolarmente rispettosa dei criteri della conservazione e di elevata durabilità.

Tra i vantaggi:

- aumento della resistenza di pannelli murari, strutture portanti, pilastri, archi, volte in muratura
- realizzazione di cordoli in muratura armata
- realizzazioni di fasce antiribaltamento delle pannellature murarie a livello di sommità e di interpiano

Il tessuto in inox costituito da trefoli in acciaio inox possiede un'elevata resistenza meccanica ed una rilevante resistenza alla corrosione e agli ambienti aggressive.

Il suo principale impiego è quella di **consolidare e rinforzare le murature** in generale e storiche in particolare, conferendo loro una migliore resistenza e duttilità in campo sismico e mantenendo una bassa invasività e ottima compatibilità col costruito storico.

I **tessuti in acciaio inox per rinforzo strutturale** possono essere impiegati per ogni tipologia muraria quali pannelli, pilastri, archi , volte , cordoli in muratura al fine di migliorare la resistenza a taglio, flessione e confinamento delle strutture nell'ambito del **miglioramento sismico**, rafforzamento locale e ripristino per ammaloramenti e vetustà.

Questa tecnologia viene realizzata in particolare con matrici inorganiche in calce idraulica M15 consentendo interventi anche su superfici con tessitura muraria irregolare quali murature miste, in pietra, ecc.

L'utilizzo di questa tecnologia **migliora resistenza e duttilità della struttura** nel suo complesso, oltre a garantire una migliore resistenza a taglio rispetto ad altri tipi di fibre sintetiche o naturali.

Lo spessore finale del rinforzo è ridotto, così come minimi risultano peso e invasività: di contro, la traspirabilità è elevata.

Le matrici inorganiche utilizzate, oltre a favorire l'utilizzo del tessuto in acciaio inox su superfici irregolari, accrescono la **resistenza al fuoco** della struttura.

Si prevede la realizzazione di rinforzi dei pannelli di murature portanti e delle strutture in cemento armato (travi e pilastri) della palestra e dell'ex locale refettorio, così come riportato negli elaborati S.01 e S.02 nonché nelle schede di lavorazione S02 e S03, mediante applicazione di fasce di tessuto in acciaio inox secondo le procedure di seguito descritte.

Vantaggi

Nel caso di utilizzo del prodotto su strutture murarie

- Grande lavorabilità e duttilità;
- Possibilità di pretensionamento per interventi di cordolatura o di fasciatura;
- Elevata permeabilità al vapore;
- Altissima resistenza al fuoco;
- Velocità e facilità di posa in opera;
- Ottima reversibilità.

FASI DI LAVORAZIONE

1. Pulizia e regolarizzazione del supporto;
2. Predisposizione bloccaggi;
3. Stesura del primo strato di matrice;
4. Applicazione e bloccaggio del tessuto;
5. Applicazione strato di inglobamento e protezione.

1. Pulizia e regolarizzazione del supporto;

Stuccatura accurata e/o riparazione di eventuali lesioni o microlesioni, pulizia delle superficie con eliminazione totale di parti inconsistenti e di qualsiasi materiale che possa pregiudicare il buon aggrappo delle lavorazioni seguenti.

Smusso di eventuali angoli. Nel caso in cui la superficie di applicazione del rinforzo si presenti molto irregolare, si provvederà a regolarizzarla con opportune piste di livellamento da effettuare con malta idraulica antiritiro.

2. Predisposizione bloccaggi;

Bloccare uno degli estremi del tessuto Kimisteel INOX :

A) Tramite appositi sistemi meccanici, nel caso si voglia realizzare un'applicazione pre-tensionata, o se si vuol prevedere un ancoraggio meccanico di estremità del sistema composito (ad indurimento delle piste di allettamento, predisporre gli ancoraggi meccanici bloccando a sandwich ciascuna delle estremità del tessuto tra la piastra e la contropiastra metallica).

B) Inserendo direttamente in perfori precedentemente realizzati il tessuto, arrotolato longitudinalmente su se stesso in modo da formare una sorta di tondino ad aderenza migliorata, da inghisare successivamente con opportune resine o malte.

3. Stesura del primo strato di matrice;

Stesura a spatola di adesivo tricomponente costituito da malta a base di leganti idraulici per consolidamenti strutturali Kimisteel LM impastato con resina Kimitech B2 al 30% con un consumo minimo di medio di malta di 3 kg/m² su muratura, 2 kg/m² su CLS.

4. Applicazione e bloccaggio del tessuto;

A prodotto ancora fresco stendere il tessuto unidirezionale costituito da filamenti di acciaio Kimisteel INOX e, con spatola metallica e/o cazzuola, effettuando una leggera pressione su di esso. Questa operazione servirà ad annegare completamente il tessuto all'interno della matrice.

Tagliare a misura (con semplici tenaglie o frullino) il tessuto di armatura in acciaio al carbonio ad alta resistenza.

5. Applicazione strato di inglobamento e protezione.

Bloccare l'altro estremo del tessuto:

A) Inghisandolo in perfori precedentemente realizzati come già fatto per l'altra estremità.

B) Bloccandolo (dopo eventuale pre-tensionatura) in sistemi di ancoraggio meccanico appositamente predisposti.

Fresco su fresco applicare sul tessuto, con spatola metallica e/o cazzuola, una ulteriore mano di 2 kg/m² della stessa matrice precedentemente impiegata come strato di incollaggio del tessuto di armatura.

CONSOLIDAMENTO MURATURE MEDIANTE REALIZZAZIONE DI CONNESSIONE TRASVERSALE CON BARRE DI ACCIAIO PRETESE (DIATONI ARTIFICIALI PRETESI – “DIATONOS”)

Murature costituite da più paramenti non ingranati tra loro sono ricorrenti nelle costruzioni storiche. L'intervento concepito e sperimentato dal PROF. A. BORRI (atti ANIDIS 2013 - Padova), realizzato con diatoni armati si propone di diminuire la vulnerabilità della parete nei confronti di eventuali meccanismi di ribaltamento.

L'intervento con diatoni comporta miglioramenti statici del pannello murario sottoposto ad azioni verticali ed orizzontali fuori piano migliorando il collegamento tra paramenti debolmente o per niente ammorzati.



Il sistema consente di applicare alla muratura uno stato di compressione trasversale che porta a un miglioramento dell'ingranamento esistente, ossia presollecitando la barra d'acciaio filettata all'interno del carotaggio a contrasto con piastre di estremità a contatto con i paramenti; successivamente si inietta la malta specifica nella calza di contenimento.

Dopo la presa della malta, rimosse le piastre di estremità le sollecitazioni della barra sono trasmesse alla muratura all'interfaccia bulbo di malta carotaggio.

Allo scopo di migliorare la trasmissione degli sforzi le estremità del carotaggio vengono preventivamente svasate così da generare una forma del diatono iniettato che offra in ogni caso una resistenza meccanica contro gli scorrimenti longitudinali.

Descrizione intervento: Ancoraggi iniettati con Calza

Fase 1: Realizzazione *forature* mediante carotatrice;

Fase 2: Posa in opera di Ancoraggi con Calza;

Fase 3: tesatura della parte libera di ancoraggio.

Fase 4: iniezione di malta

1) SAGOMA PERFORO :

realizzazione di perforo con carotatrice diam. 50 mm e successiva realizzazione di "svasi" (diam. min 50 mm ÷ max. 90 mm) alle estremità

2) Ancoraggio INSERITO NEL PERFORO (prima dell'iniezione della specifica malta):

per ancoraggi "attivi" necessaria pre-sollecitazione della barra in acciaio a mezzo di dispositivi di contrasto provvisori alle estremità

3) Ancoraggio al TERMINE DELL'INIEZIONE:

per ancoraggi "attivi" necessaria rimozione degli elementi di contrasto provvisori dopo un periodo di maturazione della malta di 10÷28 gg a discrezione della D.L.

RISANAMENTO FRONTALINI CORNICIONI E MARCAPIANI IN CLS ARMATO

Le strutture in conglomerato cementizio armato, realizzate dal secondo dopoguerra ad oggi, presentano in gran parte manifesti segni di degrado indotti dagli attacchi chimico-fisici e derivante dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

In generale, per le strutture in cemento armato la durabilità è legata alla capacità del calcestruzzo di proteggere le armature metalliche dai processi di corrosione provocati dall'attacco degli agenti aggressivi presenti nell'aria, nell'acqua e nei terreni.

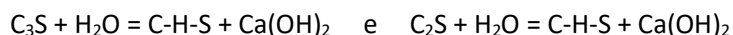
La durabilità, per tanto, è strettamente legata all'esposizione ambientale della struttura.

Per carbonatazione del calcestruzzo s'intende la formazione di carbonato di calcio nella massa di questo materiale allo stato indurito.

Per effetto della carbonatazione diminuisce il ph del calcestruzzo e si *stabiliscono* le condizioni favorevoli alla ossidazione delle armature metalliche presenti nelle strutture.

In particolare le sostanze che provocano il fenomeno sono l'anidride carbonica, l'ossigeno e l'acqua, contenuta sotto forma di vapore nell'aria.

Durante la presa e l'indurimento del calcestruzzo i componenti del cemento, quali i composti C_2S e C_3S , sono interessati dalle reazioni di idratazione e formano la famiglia dei composti C-H-S (Calcium-Silicate-Hidraded), e l'idrossido di calcio $Ca(OH)_2$:



L'idrossido di calcio abbassa l'acidità del calcestruzzo, fino a valori del ph maggiori di 13, e la basicità del composto favorisce la passivazione delle armature metalliche, ovvero la formazione di una pellicola di ossido di ferro, F_2O_3 , che viene a ricoprire i *tondini* metallici.

La pellicola, impermeabile e compatta, isola la massa dell'armatura dal contatto con l'ossigeno e con l'acqua, impedendo la formazione della *ruggine*.

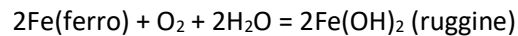
Purtuttavia la presenza nella massa del calcestruzzo sia dell'idrossido di calcio derivante dalla idratazione del cemento, sia dell'anidride carbonica legata alla penetrazione dell'aria, provoca la formazione di carbonato di calcio



che innalza l'acidità fino a valori del pH minori di 11.

La riduzione del pH provoca la *depassivazione* del ferro, ovvero quella che era la pellicola protettiva dell'armatura diventa porosa ed incoerente, consentendo all'ossigeno ed all'acqua di attaccare l'armatura metallica.

L'acqua e l'ossigeno provocano l'ossidazione del ferro secondo la nota reazione:



All'ossidazione dell'armatura metallica corrisponde un aumento del volume del metallo, di circa 6-7 volte rispetto al volume iniziale, con conseguente fessurazione del copriferro, prima, ed espulsione dello stesso, dopo.

In conclusione, la carbonatazione non provoca direttamente il degrado del calcestruzzo, né tanto meno quello dell'armatura metallica, ma determina le condizioni favorevoli per l'azione aggressiva dell'ossigeno e dell'umidità ambientali penetrati nella massa del calcestruzzo insieme all'anidride carbonica.

L'avanzamento del fenomeno della carbonatazione nella massa strutturale avviene secondo la relazione:

$$X = k \sqrt[n]{t}$$

nella quale:

X è lo spessore di calcestruzzo interessato dalla carbonatazione, in mm

t è il tempo, in anni

n è un coefficiente che dipende dalla porosità del conglomerato: n=2 per calcestruzzi porosi, n>2 per quelli compatti

k è un coefficiente complesso funzione del rapporto A/C, del titolo del cemento e dell'umidità relativa dell'aria.

Il coefficiente k assume il valore massimo per una umidità relativa compresa tra il 60 e il 70%.

La prevenzione dalla carbonatazione è l'unica azione possibile per evitare il degrado di una struttura in cemento armato.

Già in sede di progetto e nella fase di realizzazione si deve porre attenzione a scelte strutturali e materiche che riducano lo svilupparsi del degrado.

Ma la **carbonatazione è un fenomeno inevitabile**, perché dipendente anche da fattori ambientali; per questo è fondamentale una programmazione, di interventi di ispezione e manutenzione continua per tutta la vita di servizio dell'edificio.

È, pertanto, fondamentale programmare indagini diagnostiche periodiche in modo da conoscere il più possibile evoluzione, velocità e durata del degrado del calcestruzzo.

Per ridurre le risorse necessarie all'intervento di ripristino è necessario intervenire nel periodo di innesco, in cui avviene l'avanzamento del fronte di carbonatazione

La profondità di carbonatazione si può determinare mediante la prova alla fenolftaleina. (Metodologia definita dalla norma UNI 9944:1992).

Il procedimento sfrutta le proprietà del reagente che cambia colore, virando al rosso magenta al contatto con il calcestruzzo avente $pH > 8,0 \div 9,8$ e rimanendo incolore per valori di pH inferiori.

La determinazione della profondità di carbonatazione, che deve essere effettuata immediatamente dopo il prelievo del campione, avviene spruzzando la soluzione di fenolftaleina sul provino.

Il calcestruzzo carbonatato non modifica il suo colore, mentre quello non ancora raggiunto dalla carbonatazione assume il tipico colore rosso magenta del reagente in ambiente alcalino.

Per stimare in maniera ottimale la penetrazione della carbonatazione in una struttura è necessario effettuare la prova su una campionatura sufficientemente estesa.

Le lavorazioni previste per il risanamento delle strutture in c.a. ammalorate e degradate per il fenomeno della carbonatazione sono le seguenti:

- Asportazione in profondità del calcestruzzo ammalorato, da eseguirsi nelle zone degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, fino al raggiungimento dello strato del cls con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonato, ed ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Per la determinazione della profondità del calcestruzzo ammalorato occorrerà effettuare continue prove alla fenolftaleina. (Metodologia definita dalla norma UNI 9944:1992).
- Pulizia superficiale del calcestruzzo e del ferro d'armatura, per spessori massimi limitati alla profondità di carbonatazione del calcestruzzo, da eseguirsi nelle zone degradate mediante sabbiatura e/o

spazzolatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, in maniera da renderle prive di elementi estranei ed eliminare zone corticalmente poco resistenti di limitato spessore, ed ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti.

- Trattamento dei ferri d'armatura con prodotto passivante liquido con dispersione di polimeri di resine sintetiche legate a cemento, applicato a pennello in due strati, con intervallo di almeno 2 ore tra la prima e la seconda mano.
- Ricostruzione di strutture in cls mediante applicazione di betoncino tixotropico a base di legante espansivo al fine di evitare distacchi dovuti al ritiro, previo trattamento delle superfici di cls esistente con primer epossidico. Spessore minimo di betoncino 3 cm.

MESSA IN SICUREZZA DEI SOLAI DAL PERICOLO DI SFONDELLAMENTO

Il cedimento dei blocchi di laterizio interposti tra i travetti, solitamente definito “**sfondellamento**”, è un inconveniente talvolta diffuso nei solai in latero-cemento; il verificarsi del dissesto produce la rottura delle cartelle (o fondelli) di intradosso e conseguente caduta di porzioni significative di laterizio e intonaco.

Il fenomeno non comporta, generalmente, una perdita di stabilità del solaio nel suo complesso né una riduzione significativa della sua capacità portante; tuttavia può avere conseguenze assai gravi per l'incolumità delle persone presenti nei locali sottostanti che possono essere investite della caduta di porzioni significative di materiale.

Le conseguenze di un episodio di sfondellamento, infatti, sono imprevedibili: **dal caso in cui il crollo di materiale rende inagibili locali e ne danneggia il contenuto, fino a situazioni di vera emergenza in cui sono coinvolte persone.**

Lo sfondellamento, solitamente provocato da molteplici cause spesso interagenti tra di loro, è comunque riconducibile ad un superamento della resistenza del materiale laterizio.

Esistono tutta una serie di azioni, che possono sollecitare in modo impreveduto la struttura del solaio (blocchi inclusi): in estradosso, l'applicazione di carichi verticali eccedenti quelli considerati in sede di progetto; in intradosso, la sospensione, magari in più riprese, di impianti e controsoffitti o l'applicazione di intonaci cementizi particolarmente se di elevato spessore e soggetti a forte ritiro.

Ulteriori sollecitazioni non previste possono derivare da una cattiva manutenzione della costruzione: la presenza di stillicidi d'acqua e di umidità che danno luogo ad un'espansione del laterizio, come anche la corrosione dell'armatura dei travetti con le conseguenti spinte sia sul calcestruzzo nell'intorno dei ferri di armatura sia a carico dei blocchi di laterizio adiacente.

I solai di copertura - maggiormente sensibili a carenze di manutenzione - possono essere sottoposti, inoltre, a sensibili variazioni di temperatura nell'ambito del loro spessore con gradienti, talvolta, anche nel piano orizzontale per la presenza di corpi che determinano zone d'ombra.

Il dissesto (**che si contraddistingue per il carattere di fragilità e quindi in assenza di importanti segnali premonitori**) si verifica quando la risultante degli stati tensionali prodotti dal complesso delle azioni sopra citate (e di altre non riportate per necessità di sintesi) supera la resistenza dei blocchi.

L'attività di verifica dei solai si articola secondo due metodologie distinte che agiscono sinergicamente.

Da un lato si riconoscono, per ciascun solaio, l'esistenza di tutti quegli elementi di criticità che predispongono il fenomeno: un solaio di copertura con documentata carenza di impermeabilizzazione e isolamento termico, solo per fare un semplice esempio, ha maggiori probabilità di essere interessato dal fenomeno rispetto ad un solaio intermedio delle stesse caratteristiche.

Dall'altro si procede con indagine strutturale volta a riconoscere i primi segnali del fenomeno e a tale scopo vengono utilizzate attrezzature quali la termocamera e le "battiture" dell'intradosso del solaio (in questo modo si possono incrociare e confrontare risposte anomale di diversa origine, termica/sonora).

La sintesi delle predette attività genera il seguente responso:

1. Solai con rischio di sfondellamento nullo, in quanto il fenomeno non può sussistere.
2. Solai con rischio elevato in quanto il fenomeno è già in atto e richiede di predisporre interventi urgenti di presidio per scongiurare il cedimento.
3. Solai con rischio modesto o medio, in cui lo sfondellamento può svilupparsi nel breve/medio termine poiché sono state riconosciute diverse cause che solitamente inducono il fenomeno. In tal caso si può intervenire come in quello precedente, oppure sottoporre il solaio ad uno specifico monitoraggio (evidentemente proporzionato in relazione al rischio basso/medio che è stato accertato).

Appare quasi inutile sottolineare che nei casi in cui si accerta la presenza del rischio si procederà, innanzitutto, a valutare come ridurre o eliminare – se possibile – quelle cause che hanno effetto sul progredire del fenomeno.

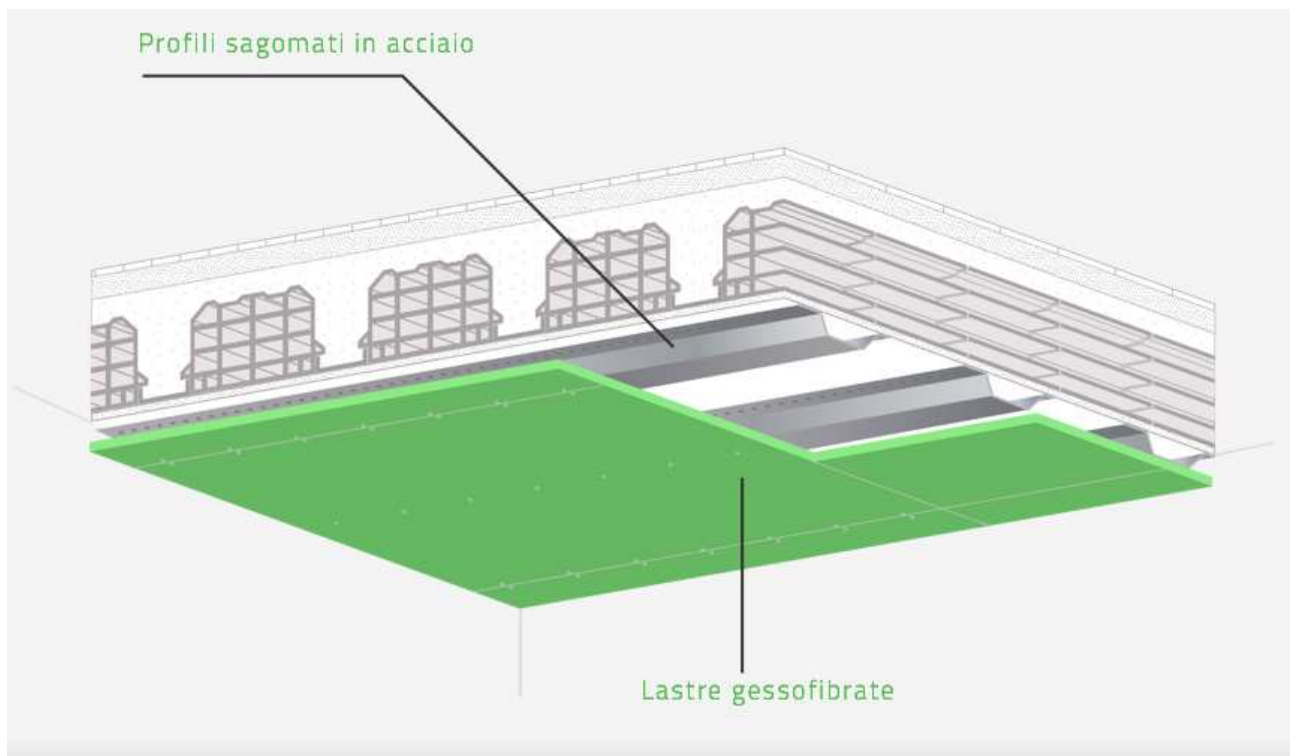
L'approfondimento dell'indagine strutturale per l'individuazione delle situazioni più critiche di innesco del fenomeno di sfondellamento viene demandato all'impresa nella fase della progettazione esecutiva.

In ogni caso si prevede la messa in sicurezza intradossale dei solai in latero cemento delle aule, partendo da quelle che sono ubicate al di sotto del solaio di copertura dell'edificio, non escludendo altri ambienti che si rileveranno critici a seguito delle indagini attivate dall'impresa in sede di progettazione esecutiva.

Per prevenire eventuali cause di sfondellamento e per proteggere gli utenti della scuola, si è prevista l'applicazione del sistema tipo PROTECTO: **un sistema di rinforzo a secco applicato all'intradosso del solaio**.

La struttura di supporto, studiata e progettata per garantire la funzione di rompitratta e per rinforzare i travetti, è composta da profili sagomati in acciaio, fissati in aderenza all'intradosso e posizionati in direzione trasversale a quella dei travetti del solaio.

Alla struttura vengono fissate delle lastre gessofibrate ad alta resistenza, per completare la funzione di rinforzo solaio e di antisfondellamento.



L'intervento previsto è il seguente:

Fornitura e posa in opera in aderenza all'intradosso dei solai del sistema tipo "PROTECTO Basic" per l'incremento di resistenza flessionale del solaio, per il miglioramento prestazionale dell'elemento strutturale sia in termini di resistenza ultima che di duttilità e antisfondellamento e/o distacco dell'intonaco.

La struttura a placcaggio esterno, incrementa la sezione trasversale conferendo una superiore capacità deformativa globale al solaio rendendolo più resistente anche alle azioni orizzontali derivanti dalle azioni sismiche, riducendo i meccanismi di collasso di piano in corrispondenza dell'orizzontamento.

Eseguito con una struttura metallica in profilati sagomati ad omega sp. 8/10 mm aventi sviluppo lineare di 205 mm e sviluppo in sagoma della nervatura iscritta in un ingombro di 180x30 mm ed ali laterali svasate a 45°, in acciaio zincato ad elevata resistenza meccanica secondo la normativa EN 14195 e valore di rigidezza pari a 6kN/m/mm, ancorata ai travetti del solaio attraverso tasselli meccanici ad espansione, classe 8.8 secondo norma UNI 5739 - DIN 933, con bussola in ottone e completata con lastre in gessofibrorinforzato, in CLASSE A2-s1,d0 di reazione al fuoco, sp. 13 mm, fissate ai profili attraverso viti autoforanti (con punta a chiodo e testa svasata) e guide U28x30x0,5 mm in acciaio zincato per il fissaggio lungo le pareti perimetrali.

Il sistema tipo "PROTECTO Basic" ha un ingombro massimo di 5 cm.

La finitura è eseguita con garza adesiva, due mani di stucco lungo i bordi delle lastre, ed un cordolo di silicone lungo il perimetro per rendere le superfici pronte per le opere di tinteggiatura.

La determinazione dell'interasse della nervatura metallica ed il numero di fissaggi, viene valutata caso per caso nella fase di progetto della messa in sicurezza, sia in funzione della snellezza del solaio, sia valutando il rischio di sfondellamento e/o distacco dell'intonaco specifico per garantire un coefficiente di sicurezza $>2,5$.

Le caratteristiche prestazionali devono essere garantite da appositi certificazioni rilasciati da Laboratori Ufficiali, che attestano l'esecuzione di analisi numeriche, di prove di laboratorio statiche sul controsolaio che stabiliscano l'incremento di rigidezza flessionale trasversale minima del 35%, una minore sollecitazione flessionale al travetto e caratteristiche antisfondellamento e/o distacco dell'intonaco con capacità portante di risposta pari a 160 kg/mq.

Il sistema deve essere anche garantito da una polizza RC , dalla dichiarazione di regolare posa in opera e dalla relazione tecnica firmata da professionista abilitato attestante l'esecuzione di prove a trazione strumentali, realizzate in opera e a campione per tipologia di travetto e/o solaio, sui fissaggi ai travetti con un carico >60 kg verificato mediante dinamometro elettronico.

REALIZZAZIONE DI GIUNTI STRUTTURALI VERTICALI ED ORIZZONTALI

L'organismo edilizio analizzato è caratterizzato da una articolata dislocazione planimetrica, con diversi piani di imposta del sistema di fondazione che sono stati dislocati, dal punto di vista piano altimetrico, secondo la orografia dei luoghi, oltre dalla presenza di diverse tipologie strutturali.

Per un miglioramento sismico dell'edificio, esso deve essere strutturalmente suddiviso in tre settori che per comodità nel seguito della presente saranno denominati come segue:

1. **Aule**, su due livelli fuori con forma allungata che può essere iscritto in un rettangolo di dimensioni pari a circa 23 x 120 metri per una altezza media fuori terra pari a circa 7.50 metri, copertura piana e solai latero cementizi gettati in opera dello spessore pari a 24 cm, struttura verticali in murature di tufo giallo napoletano con fondazioni superficiali attestate ad una profondità di circa un metro dal piano campagna e realizzati in pietrame;
2. **Palestra - ex Refettorio** composta da tre organismi strutturali: palestra, ex refettorio e uffici, i primi due caratterizzati da un unico impalcato impostato su struttura verticale di tipo misto muratura in tufo giallo – telai in cemento armato, con soletta di copertura in cemento armato dello spessore pari a 20 centimetri; la porzione centrale destinata ad uffici è dislocata su due livelli con caratteristiche reologiche e tipologiche analoghe a quelle del settore Aule;
3. **Atrio**, suddiviso in due ambienti speculari posti ad una quota altimetrica intermedia fra i primi due settori, nei confronti dei quali assolve alla funzione di accesso e collegamento, entrambi sono caratterizzati dalla presenza di quattro colonne costituite da paramento in mattoni pieni con nucleo in conglomerato e dalle scale di collegamento al settore palestra-exrefettorio, gli orizzontamenti sono costituiti da solai gettati in opera.

Per consentire la corretta modellazione strutturale in tre corpi di fabbrica distinti e per realizzare concretamente la suddivisione nei tre suddetti corpi di fabbrica, l'intervento primario di adeguamento di miglioramento sismico proposto è quello di **realizzare due giunti strutturali, uno a sx e l'altro a dx (come riportato nei grafici strutturali), sia verticali che orizzontali.**

I giunti strutturali diventano fondamentali per consentire la mitigazione degli effetti dovuti alle eccentricità della sollecitazione sismica.

Essi saranno realizzati in blocchi di laterizio semipieni tipo "poroton" dello spessore di 45 cm sia al piano terra che al piano primo, con taglio dei solai (giunti orizzontali) e delle murature (giunti verticali).

La successione delle lavorazioni previste viene riportata nella scheda lavorazione **S01**.

ELENCO DELLE LAVORAZIONI

S.01 Realizzazione di giunti strutturali verticali ed orizzontali

LAVORAZIONI PREVISTE

1. Rimozione di porta interna o esterna in legno o alluminio o ferro, calcolato sulla superficie, inclusa l'eventuale parte vetrata, compreso telaio, controtelaio, smuratura delle grappe o dei tasselli di tenuta ed eventuale taglio a sezione degli elementi, l'onere del carico, trasporto e accatastamento dei materiali riutilizzabili e/o di risulta fino ad una distanza di 50 m. Per consentire la realizzazione della fondazione dei nuovi setti murari.
2. Spicconatura di intonaco a vivo di muro, di spessore fino a 5 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle superfici. Per le pareti esterne ed interne, per la realizzazione dei giunti verticali
3. Demolizione di pavimento in lastre o quadrotti di pietra naturale, gradini, soglie e simili, per uno spessore di 5 cm compresi il sottofondo dello spessore fino a 5 cm e l'avvicinamento a luogo di deposito provvisorio. Senza recupero di materiale. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari e per la realizzazione dei giunti orizzontali.
4. Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici, a qualsiasi altezza e condizione. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Massi non armati. Fino a raggiungere l'estradosso dei solai, per la realizzazione dei giunti orizzontali.
5. Rimozione zoccolino battiscopa in grés o di maiolica o marmo, compresi eventuale calo in basso, avvicinamento al luogo di deposito provvisorio, in attesa del trasporto allo scarico, carico e trasporto a discarica controllata. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari e per la realizzazione dei giunti orizzontali.
6. Demolizione di tramezzatura, compresi l'onere per tagli, carico trasporto e accatastamento dei materiali riutilizzabili e/o di risulta fino ad una distanza di 50 m. Di qualunque spessore. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari

7. Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici, a qualsiasi altezza e condizione. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Massi non armati. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari.
8. Demolizione di vespaio in pietrame. Per la realizzazione fondazione dei nuovi setti murari.
9. Scavo a sezione obbligata, eseguito a mano, in qualsiasi tipologia di terreno e/o rocce, anche in presenza di battente d'acqua fino a 20 cm sul fondo, compresi i trovanti di volume fino a 0,30 mc, la rimozione di arbusti, lo sradicamento di ceppaie, la regolarizzazione delle pareti secondo profili di progetto, lo spianamento del fondo, anche a gradoni, il paleggiamento sui mezzi di trasporto o l'accantonamento in appositi siti indicati dal D.L. nell'ambito del cantiere. Compresi il rispetto di costruzioni preesistenti sotterranee, nonché ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari.
10. Sbadacchiatura di scavi, compresi la fornitura di legname, chioderia, ferratura, sfrido, la lavorazione, il disarmo e recupero del materiale, nonché ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Sbadacchiatura a cassa intera. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari.
11. Taglio a sezione obbligata di muratura di qualsiasi forma e spessore, eseguito con qualunque mezzo. Per qualunque tipologia di muratura. Per realizzazione fondazione dei nuovi setti murari, attraversamento muri in fondazione, attraversamenti setti verticali, appresature.
12. Calcestruzzo non strutturale a prestazione garantita, in conformità alle norme tecniche vigenti. D max nominale dell'aggregato 30 mm, Classe di consistenza S4. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono escluse le casseforme. Classe di resistenza C12/15. Per magrone fondazione nuovi setti murari.
13. Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio, nonché la pulitura del materiale per il reimpiego; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Strutture di fondazione
14. Acciaio per cemento armato B450C, conforme alle norme tecniche vigenti, tagliato a misura, sagomato e posto in opera, compresi gli sfridi, le legature, gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Acciaio in barre. Per fondazione nuovi setti murari.

15. Calcestruzzo durabile a prestazione garantita, con classe di consistenza S4, con dimensione massima degli aggregati di 32 mm, in conformità alle norme tecniche vigenti. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono esclusi le casseforme e i ferri di armatura. Per strutture di fondazione e interrate. Classe di resistenza C25/30; Classe di esposizione XC1-XC2. Per fondazione nuovi setti murari.
16. Rimozione di manti impermeabili su superfici orizzontali o inclinate, a qualsiasi altezza, compresi, il calo in basso e avvicinamento al luogo di deposito provvisorio. Qualunque tipologia e spessore di manti impermeabili. Per giunto orizzontale in copertura.
17. Demolizione di massi, massetto continuo in calcestruzzo o malta cementizia, di sottofondi, platee e simili, eseguito a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici, a qualsiasi altezza e condizione. Compresi l'accatastamento dei materiali di risulta fino ad una distanza di 50 m. Massi non armati. Fino a raggiungere l'estradosso dei solai di copertura, per la realizzazione dei giunti orizzontali.
18. Rimozione di rivestimento di cornicioni in lastre di ardesia, compresi il sottofondo della malta di allettamento, nonché l'eventuale traccia per liberare la presa a muro, la cernita per eventuale recupero e l'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio. Fino a raggiungere l'estradosso dei solai di copertura, per la realizzazione dei giunti orizzontali
19. Puntellatura di solai con puntelli di acciaio e legname, costituita da ritti, tavole, fasce, gattelli, croci e simili, fornita e posta in opera compresi ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte, valutata al metro quadro di superficie asservita. Per qualunque tipo di altezza del solaio. Per tutti i piani. Per realizzare giunto orizzontale e consentire il taglio del solaio di piano e del solaio di copertura
20. Taglio a sezione obbligata di solai misti di laterizi o blocchi di altro materiale e conglomerato cementizio armato di sezione inferiore a 0.20 mq, eseguito con qualunque mezzo. Per qualunque spessore e tipologia di solaio. Per tutti i piani. Per realizzare giunto orizzontale.
21. Taglio a sezione obbligata di conglomerati di sezione inferiore a 0.20 mq, eseguito con qualunque mezzo. Per cemento armato. Taglio di cordoli solette e quant'altro presente all'interno dello spessore dei solai e sulle murature nonché sporti, cornicioni e simili.
22. Muratura armata in zone anche ad elevata sismicità con blocchi di Laterizio (tipo POROTON sismico), aventi una massa volumica lorda di circa 800-860 Kg/mc, classificati semipieni con percentuale di

foratura inferiore o uguale al 45%, con resistenza caratteristica f_{bk} in direzione dei carichi verticali maggiore di 8,0 N/mm² e resistenza caratteristica f'_{bk} in direzione ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro maggiore di 1,5 N/mm², conforme ai requisiti fisico-geometrici e di resistenza meccanica previsti dalle norme tecniche vigenti sulle costruzioni, eseguita con malta a prestazione garantita, avente resistenza caratteristica a compressione non inferiore a 10 N/mm² e acciaio B450C. Compresi e compensati nel prezzo l'armatura di acciaio verticale e orizzontale, nonché i getti di malta, a prestazione garantita di riempimento dei vani per l'alloggiamento delle armature verticali, il calo ed il tiro in alto dei materiali, la formazione dei giunti, riseghe, mazzette, spigoli, architravi e piattabande sui vani porta e finestre, i ponti di servizio fino a 4 m di altezza dal piano di appoggio e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Spessore 45 cm. Per nuovi setti murari.

23. Casseforme di qualunque tipo rette o centinate per getti di conglomerati cementizi semplici o armati compreso armo, disarmante, disarmo, opere di puntellatura e sostegno fino ad un'altezza di 4 metri dal piano di appoggio, nonché la pulitura del materiale per il reimpiego; eseguite a regola d'arte e misurate secondo la superficie effettiva delle casseforme a contatto con il calcestruzzo. Strutture in elevazione. Per cordoli orizzontali e verticali
24. Acciaio per cemento armato B450C, conforme alle norme tecniche vigenti, tagliato a misura, sagomato e posto in opera, compresi gli sfridi, le legature, gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Acciaio in barre. Per cordoli orizzontali e verticali
25. Calcestruzzo durabile a prestazione garantita, con classe di consistenza S4, con dimensione massima degli aggregati di 32 mm, in conformità alle norme tecniche vigenti. Fornito e messo in opera, compreso l'uso della pompa e del vibratore, nonché gli sfridi e gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Sono esclusi le casseforme e i ferri di armatura. Per strutture in elevazione in zone a clima rigido. Classe di resistenza C32/40 Classe di esposizione XF1, con aggregati non gelivi (UNI 12620). Per cordoli orizzontali e verticali.
26. Giunto di dilatazione a tenuta d'aria da pavimento, con profilo portante in alluminio e alette di ancoraggio perforate, elemento centrale ad H, guarnizione elastica in PVC, sporgente per 3 mm resistente all'usura termosaldabile al pavimento in materiale plastico, larghezza massima del giunto 120 mm, movimento totale del profilo 10 ÷ 5 mm, larghezza visibile 140 mm. Con elementi pari a m 4,00. Altezza fissa 50 mm. Giunti strutturali orizzontali per corridoi.
27. Giunto verticale per facciate, pareti e soffitti da installare sotto intonaco, con profilo portante in alluminio da faccia a vista, guarnizione in neoprene cellulare elastica, resistenti ad agenti atmosferici, olii, grassi, detergenti con componenti acidi, alle sostanze bituminose, altezza pari a 25 mm. Con elementi pari a 4.00 m. Larghezza di utilizzo da 85 a 145 mm. Per nuovi setti murari al piano terra e primo piano nonché per i vani corridoi piano terra e primo piano. Per giunto in copertura.

28. Rinterro o riempimento di cavi eseguito con mezzo meccanico e materiali selezionati di idonea granulometria, scevri da sostanze organiche, compresi gli spianamenti, costipazioni e pilonatura a strati, la bagnatura, i necessari ricarichi, i movimenti dei materiali e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Con materiale proveniente dalla cave. Ripristino setti piano terra.
29. Vespaio aerato realizzato mediante il posizionamento su piano preformato di elementi in polipropilene rigenerato delle dimensioni in pianta massima di 60x60 cm, con forma a cupola ribassata e cono centrale con vertice verso il basso. Gli elementi posati a secco, mutuamente collegati, saranno atti a ricevere il getto di calcestruzzo armato avente classe di resistenza C25/30, spessore non inferiore a 8 cm e acciaio B450C. L'intercapedine risultante sarà atta all'areazione e/o al passaggio di tubazioni o altro. Le chiusure laterali saranno eseguite con accessori dello stesso materiale per impedire l'ingresso del calcestruzzo nel vespaio e per realizzare tutte le misure di progetto evitando tagli e sfridi. Compresi nel prezzo il getto di calcestruzzo con rifinitura superiore a stadia, la rete elettrosaldata diametro 6 mm, maglia 20x20 cm, e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Di qualunque altezza, necessaria per il ripristino del piano calpestio al piano terra.
30. Acciaio per cemento armato B450C, conforme alle norme tecniche vigenti, tagliato a misura, sagomato e posto in opera, compresi gli sfridi, le legature, gli oneri per i previsti controlli e quant'altro necessario per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte. Acciaio in rete elettrosaldata $\varnothing 6/10'' \times 10''$. Per armatura massetto sopra vespaio.
31. Massetto di conglomerato cementizio avente classe di resistenza non inferiore a C16/20, debolmente armato (armatura da pagare a parte), steso in opera a perfetto piano, compresi ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Spessore 15 cm. Per massetto sopra vespaio
32. Tramezzatura di mattoni forati di laterizio eseguita con malta cementizia entro e fuori terra, a qualsiasi profondità o altezza, per pareti rette o curve, compresi l'impiego di regoli a piombo in corrispondenza degli spigoli del muro e di cordicelle per l'allineamento dei mattoni, la posa in opera dei mattoni a strati orizzontali "filari", il calo e il tiro in alto dei materiali, la formazione dei giunti, riseghe, mazzette, spigoli, architravi e piattabande sui vani porte, i ponti di servizio fino a 4 m di altezza dal piano di appoggio e quant'altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Spessore 12 cm. Ricostruzione tramezzi demoliti e/o tagliati.
33. Controtelaio in legno abete grezzo dello spessore di 2 cm; fornito e posto in opera compreso ferramenta. Spessore 2 cm e larghezza da 12 a 15 cm
34. Intonaco civile liscio a tre strati, costituito da un primo strato di rinzafo, da un secondo strato tirato in piano con regolo e frattazzo (arricciatura), ultimo strato di rifinitura con malta fine (colla di malta lisciata con frattazzo metallico o alla pezza), dello spessore complessivo non inferiore a 15 mm,

eseguito con predisposte guide (comprese nel prezzo) su pareti o soffitti piani o curvi, interno o esterno, compresi i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio, il tiro e il calo dei materiali, e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Con malta di cemento. Per riprese solai; per nuovi setti murari; per le parti spicconate o distaccate; sia per le parti orizzontali che verticali.

S.02 Rinforzo murature mediante applicazione di tessuto in acciaio inox

LAVORAZIONI PREVISTE

1. Spicconatura di intonaco a vivo di muro, di spessore fino a 5 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle superfici.
2. Miglioramento del comportamento statico dei paramenti murari attraverso operazioni di scarnitura o scarificazione dei giunti delle murature con un organo attivo (es: martelletto demolitore) in grado di incidere, anche profondamente, lo spazio tra gli elementi lapidei della muratura occupato da vecchie malte o materiale incoerente e poco compatto. Successivo lavaggio delle superfici da trattare, anche con l'uso di atomizzatore per la produzione di acqua nebulizzata. Si prevede la quantità di cui al punto precedente oltre alle parti di muratura che già non presentano l'intonaco.
3. Rabboccatura e stilatura di vecchia muratura di tufo con malta di cemento, compresi la pulizia e depolverizzazione superficiale, la posa della malta e la successiva stilatura, la rifinitura finale e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta.
4. Perforazione del diametro fino a 36 mm e lunghezza fino a 1,20 m con trapano a rotopercolazione, compresi ogni onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. In muratura di qualsiasi genere per consentire il passaggio dei connettori in acciaio inox per l'aggancio e/o il fissaggio delle fasce di tessuto in acciaio inox.
5. Barre di acciaio inossidabile nervato, per cuciture di murature lesionate, fornite e poste in opera nelle predisposte sedi e fissate (inghisate) con malta epossidica bi componente a consistenza tissotropica e colabile , compresi lo sfrido e il taglio a misura per qualsiasi diametro delle barre. Uso di barre di acciaio inossidabile nervato. (si prevede l'uso di $\varnothing 6$)
6. Fornitura in opera di tessuti di armatura unidirezionali realizzati con trefoli in acciaio INOX e relativi accessori (tipo Kimisteel INOX della Kimia) Messa in opera:
 - Bloccare uno degli estremi del tessuto (tipo Kimisteel INOX) :
 - A) Tramite appositi sistemi meccanici, nel caso si voglia realizzare un'applicazione pre-tensionata, o se si vuol prevedere un ancoraggio meccanico di estremità del sistema composito (ad indurimento delle piste di allettamento, predisporre gli ancoraggi meccanici bloccando a sandwich ciascuna delle estremità del tessuto tra la piastra e la contropiastra metallica).
 - B) Inserendo direttamente in perfori precedentemente realizzati il tessuto, arrotolato longitudinalmente su se stesso in modo da formare una sorta di tondino ad aderenza migliorata, da inghisare successivamente con opportune resine o malte.

- Stesura a spatola di adesivo tricomponente costituito da malta a base di leganti idraulici per consolidamenti strutturali (tipo Kimisteel LM) impastato con resina (tipo Kimitech B2) al 30% con un consumo minimo di medio di malta di 3 kg/m² su muratura, 2 kg/m² su CLS.
- A prodotto ancora fresco stendere il tessuto unidirezionale costituito da filamenti di acciaio (tipo Kimisteel INOX) e, con spatola metallica e/o cazzuola, effettuando una leggera pressione su di esso. Questa operazione servirà ad annegare completamente il tessuto all'interno della matrice.
- Tagliare a misura (con semplici tenaglie o frullino) il tessuto di armatura in acciaio al carbonio ad alta resistenza.
- Bloccare l'altro estremo del tessuto:
 - A) Inghisandolo in perfori precedentemente realizzati come già fatto per l'altra estremità.
 - B) Bloccandolo (dopo eventuale pre-tensionatura) in sistemi di ancoraggio meccanico appositamente predisposti.

Fresco su fresco applicare sul tessuto, con spatola metallica e/o cazzuola, una ulteriore mano di 2 kg/m² della stessa matrice precedentemente impiegata come strato di incollaggio del tessuto di armatura.

7. Iniezione di resina epossidica bi componente fluida, esente da solventi, per ancoraggi strutturali, eseguita a pressione controllata in fori già predisposti ed accuratamente lavati.
8. Intonaco civile liscio di malta di cemento a tre strati, costituito da un primo strato di rinzafo, da un secondo strato tirato in piano con regolo e frattazzo (arricciatura), ultimo strato di rifinitura con malta fine (colla di malta lisciata con frattazzo metallico o alla pezza), dello spessore complessivo non inferiore a 15 mm, eseguito con predisposte guide (comprese nel prezzo) su pareti o soffitti piani o curvi, interno o esterno, compresi i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio, il tiro e il calo dei materiali, e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

S.03 Rinforzo strutture in cemento armato mediante applicazione di tessuto in acciaio inox

LAVORAZIONI PREVISTE

1. Spicconatura di intonaco a vivo di muro, di spessore fino a 5 cm, compreso l'onere di esecuzione anche a piccole zone e spazzolatura delle superfici. **Travi e pilastri palestra e zona ex refettorio.**
2. Asportazione in profondità del calcestruzzo ammalorato, da eseguirsi nelle zone degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, fino al raggiungimento dello strato del cls con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonato, ed ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Per la determinazione della profondità del calcestruzzo ammalorato occorrerà effettuare continue **prove alla fenolftaleina**. (Metodologia definita dalla norma UNI 9944:1992).

3. Pulizia superficiale del calcestruzzo e del ferro d'armatura, per spessori massimi limitati alla profondità di carbonatazione del calcestruzzo, da eseguirsi nelle zone degradate mediante sabbiatura e/o spazzolatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, in maniera da renderle prive di elementi estranei ed eliminare zone corticalmente poco resistenti di limitato spessore, ed ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti.
 4. Trattamento dei ferri d'armatura con prodotto passivante liquido con dispersione di polimeri di resine sintetiche legate a cemento, applicato a pennello in due strati, con intervallo di almeno 2 ore tra la prima e la seconda mano.
 5. Ricostruzione di strutture in cls mediante applicazione di betoncino tixotropico a base di legante espansivo al fine di evitare distacchi dovuti al ritiro, previo trattamento delle superfici di cls esistente con primer epossidico. Spessore minimo di betoncino 3 cm.
 6. Fornitura in opera di tessuti di armatura unidirezionali realizzati con trefoli in acciaio INOX e relativi accessori (tipo Kimisteel INOX della Kimia) Messa in opera:
 - Bloccare uno degli estremi del tessuto (tipo Kimisteel INOX) :
 - A) Tramite appositi sistemi meccanici, nel caso si voglia realizzare un'applicazione pre-tensionata, o se si vuol prevedere un ancoraggio meccanico di estremità del sistema composito (ad indurimento delle piste di allettamento, predisporre gli ancoraggi meccanici bloccando a sandwich ciascuna delle estremità del tessuto tra la piastra e la contropiastra metallica).
 - B) Inserendo direttamente in perfori precedentemente realizzati il tessuto, arrotolato longitudinalmente su se stesso in modo da formare una sorta di tondino ad aderenza migliorata, da inghisare successivamente con opportune resine o malte.
 - Stesura a spatola di adesivo tricomponente costituito da malta a base di leganti idraulici per consolidamenti strutturali (tipo Kimisteel LM) impastato con resina (tipo Kimitech B2) al 30% con un consumo minimo di medio di malta di 3 kg/m² su muratura, 2 kg/m² su CLS.
 - A prodotto ancora fresco stendere il tessuto unidirezionale costituito da filamenti di acciaio (tipo Kimisteel INOX) e, con spatola metallica e/o cazzuola, effettuando una leggera pressione su di esso. Questa operazione servirà ad annegare completamente il tessuto all'interno della matrice.
 - Tagliare a misura (con semplici tenaglie o frullino) il tessuto di armatura in acciaio al carbonio ad alta resistenza.
 - Bloccare l'altro estremo del tessuto:
 - A) Inghisandolo in perfori precedentemente realizzati come già fatto per l'altra estremità.
 - B) Bloccandolo (dopo eventuale pre-tensionatura) in sistemi di ancoraggio meccanico appositamente predisposti.
- Fresco su fresco applicare sul tessuto, con spatola metallica e/o cazzuola, una ulteriore mano di 2 kg/m² della stessa matrice precedentemente impiegata come strato di incollaggio del tessuto di armatura.

7. Intonaco civile liscio di malta di cemento a tre strati, costituito da un primo strato di rinzafo, da un secondo strato tirato in piano con regolo e frattazzo (arricciatura), ultimo strato di rifinitura con malta fine (colla di malta lisciata con frattazzo metallico o alla pezza), dello spessore complessivo non inferiore a 15 mm, eseguito con predisposte guide (comprese nel prezzo) su pareti o soffitti piani o curvi, interno o esterno, compresi i ponti di servizio fino a 4 m dal piano di appoggio, il tiro e il calo dei materiali, e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

S.04 Consolidamento murature mediante realizzazione di connessione trasversale con barre di acciaio pretese (Diatoni artificiali pretesi – “diatonos”)

LAVORAZIONI PREVISTE

La recente attività di ricerca, condotta in collaborazione con il Prof. Ing. Antonio Borri, Univ Perugia, ha avuto come principali obiettivi lo studio approfondito del comportamento dei diatoni artificiali a espansione ed il loro incremento prestazionale introdotto mediante la pre-sollecitazione e lo svaso. Questo sistema, che prende il nome di “diatonos” associa ai benefici dell'intervento con diatoni artificiali a espansione i vantaggi derivanti dagli interventi con tirantini antiespulsivi, noti in letteratura.

La pre-sollecitazione viene introdotta al fine di incrementare l'ingranamento esistente tra i paramenti che risulta di norma molto basso nelle murature a paramenti poco o per nulla ammorsati.

Andando a pre-sollecitare il rinforzo con una forza di trazione applicata con apposita chiave dinamometrica, successivamente alla maturazione della malta di iniezione ed alla rimozione degli elementi di contrasto provvisori, lo sforzo viene trasmesso, in termini di azioni di compressione trasversale, ai paramenti.

Lo svaso alle estremità, realizzato con carotaggio a diametro variabile, migliora il meccanismo di trasmissione della compressione trasversale alla muratura, grazie alla nascita di componenti orizzontali dell'azione di compressione sul carotaggio svasato che vanno a sommarsi alle azioni tangenziali sulla superficie del carotaggio.

E' prevista la realizzazione di diatonos (tipo BOSSONG mod GBOS 20-60 P. nella misura di 1 diatono ogni 4 mq circa, secondo la tecnica e la successione della lavorazione prevista nella scheda tecnica specialistica: perforo da 40 mm per l'intero spessore della muratura; svasatore con carotatrice; elemento resistente, costituito da una barra in acciaio inossidabile, AISI 304 o AISI 316, ad alta resistenza (f_t nom 750 N/mm² - f_y nom 650 N/mm²), con filettatura continua su tutta la lunghezza, dotato di una speciale calza in tessuto che ha la funzione di controllare l'iniezione della malta effettuata coassialmente, per mezzo di appositi dispositivi di iniezione, per rendere solidale l'elemento di rinforzo alla muratura; pre-sollecitazione con chiave dinamometrica, iniezione controllata di malta speciale come da scheda tecnica.

S.05 Risanamento frontalini cornicioni e marcapiani in cls armato

LAVORAZIONI PREVISTE

1. Asportazione in profondità del calcestruzzo ammalorato, da eseguirsi nelle zone degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, fino al raggiungimento dello strato del cls con caratteristiche di buona solidità, omogeneità e comunque non carbonato, ed ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti e/o getti. Per la determinazione della profondità del calcestruzzo ammalorato occorrerà effettuare continue **prove alla fenoltaleina**. (Metodologia definita dalla norma UNI 9944:1992).
2. Pulizia superficiale del calcestruzzo e del ferro d'armatura, per spessori massimi limitati alla profondità di carbonatazione del calcestruzzo, da eseguirsi nelle zone degradate mediante sabbiatura e/o spazzolatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, in maniera da renderle prive di elementi estranei ed eliminare zone corticalmente poco resistenti di limitato spessore, ed ogni altro elemento che possa fungere da falso aggrappo ai successivi trattamenti.
3. Trattamento dei ferri d'armatura con prodotto passivante liquido con dispersione di polimeri di resine sintetiche legate a cemento, applicato a pennello in due strati, con intervallo di almeno 2 ore tra la prima e la seconda mano.
4. Ricostruzione di strutture in cls mediante applicazione di betoncino tixotropico a base di legante espansivo al fine di evitare distacchi dovuti al ritiro, previo trattamento delle superfici di cls esistente con primer epossidico. Spessore minimo di betoncino 3 cm.

S.06 Messa in sicurezza dei solai dal pericolo di sfondellamento

LAVORAZIONI PREVISTE

Fornitura e posa in opera in aderenza all'intradosso dei solai del sistema tipo "PROTECTO Basic" per l'incremento di resistenza flessionale del solaio, per il miglioramento prestazionale dell'elemento strutturale sia in termini di resistenza ultima che di duttilità e antisfondellamento e/o distacco dell'intonaco.

La struttura a placcaggio esterno, incrementa la sezione trasversale conferendo una superiore capacità deformativa globale al solaio rendendolo più resistente anche alle azioni orizzontali derivanti dalle azioni sismiche, riducendo i meccanismi di collasso di piano in corrispondenza dell'orizzontamento.

Eseguito con una struttura metallica in profilati sagomati ad omega sp. 8/10 mm aventi sviluppo lineare di 205 mm e sviluppo in sagoma della nervatura iscritta in un ingombro di 180x30 mm ed ali laterali svasate a 45°, in acciaio zincato ad elevata resistenza meccanica secondo la normativa EN 14195 e valore di rigidezza pari a 6kN/m/mm, ancorata ai travetti del solaio attraverso tasselli meccanici ad espansione, classe 8.8 secondo norma UNI 5739 - DIN 933, con bussola in ottone e completata con lastre in gessofibrorinforzato, in CLASSE A2-s1,d0 di reazione al fuoco, sp. 13 mm, fissate ai profili attraverso viti autoforanti (con punta a chiodo e testa svasata) e guide U28x30x0,5 mm in acciaio zincato per il fissaggio lungo le pareti perimetrali.

Il sistema tipo "PROTECTO Basic" ha un ingombro massimo di 5 cm.

La finitura è eseguita con garza adesiva, due mani di stucco lungo i bordi delle lastre, ed un cordolo di silicone lungo il perimetro per rendere le superfici pronte per le opere di tinteggiatura.

La determinazione dell'interasse della nervatura metallica ed il numero di fissaggi, viene valutata caso per caso nella fase di progetto della messa in sicurezza, sia in funzione della snellezza del solaio, sia valutando il rischio di sfondellamento e/o distacco dell'intonaco specifico per garantire un coefficiente di sicurezza $>2,5$.

Le caratteristiche prestazionali devono essere garantite da appositi certificazioni rilasciati da Laboratori Ufficiali, che attestano l'esecuzione di analisi numeriche, di prove di laboratorio statiche sul controsolaio che stabiliscano l'incremento di rigidità flessionale trasversale minima del 35%, una minore sollecitazione flessionale al travetto e caratteristiche antisfondellamento e/o distacco dell'intonaco con capacità portante di risposta pari a 160 kg/mq.

Il sistema deve essere anche garantito da una polizza RC , dalla dichiarazione di regolare posa in opera e dalla relazione tecnica firmata da professionista abilitato attestante l'esecuzione di prove a trazione strumentali, realizzate in opera e a campione per tipologia di travetto e/o solaio, sui fissaggi ai travetti con un carico >60 kg verificato mediante dinamometro elettronico.