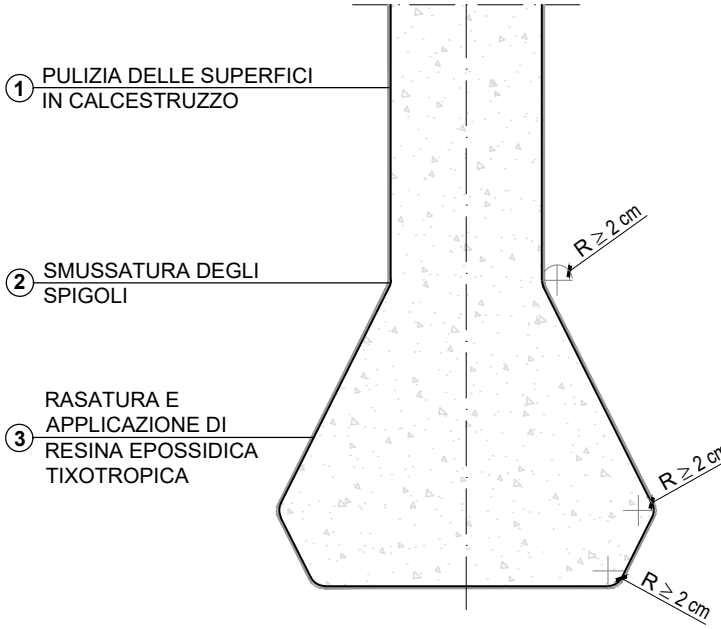
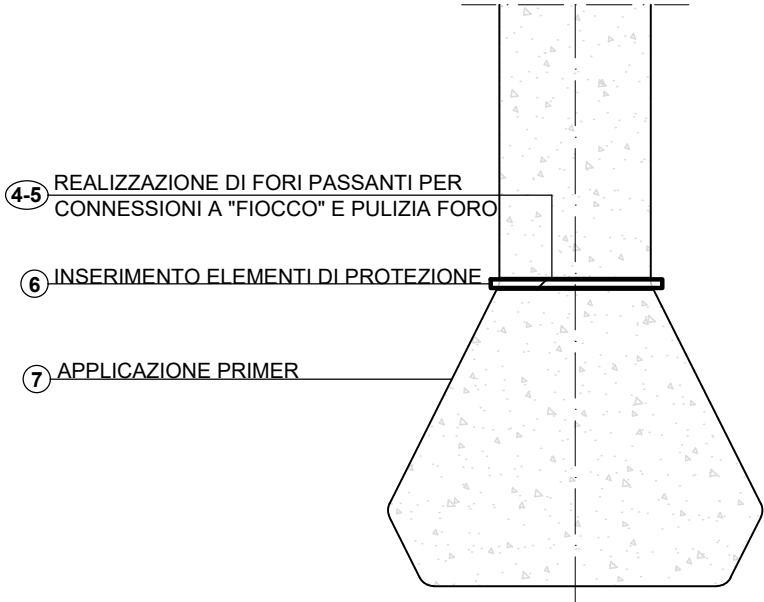


FASI DELLE LAVORAZIONI

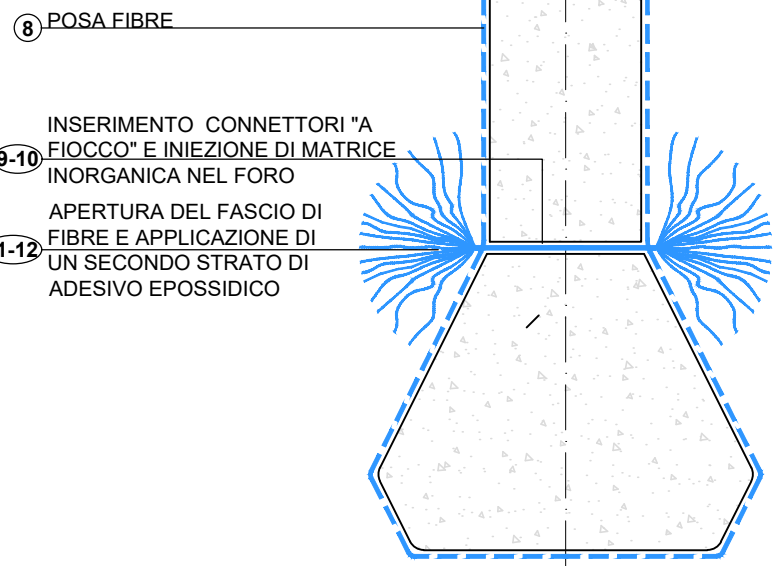
FASE 1
PREPARAZIONE DEL SUPPORTO



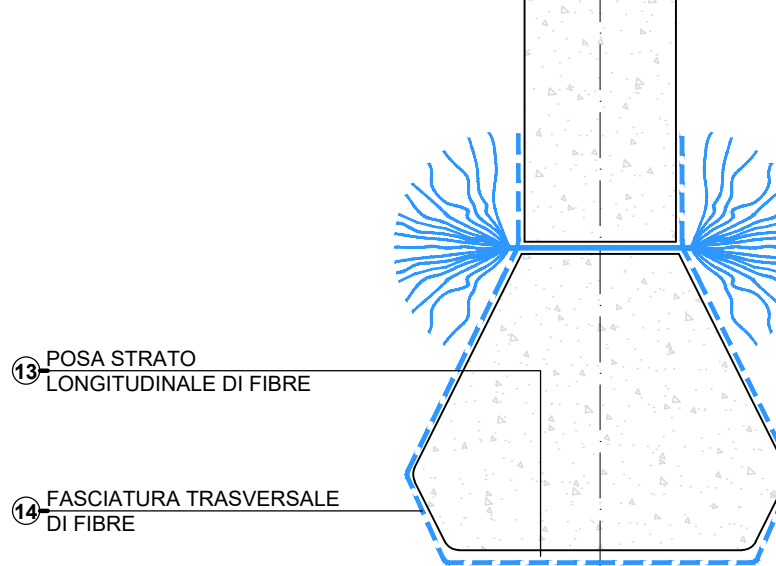
FASE 2
FORATURE PER CONNESSIONI "A FIOCCO"



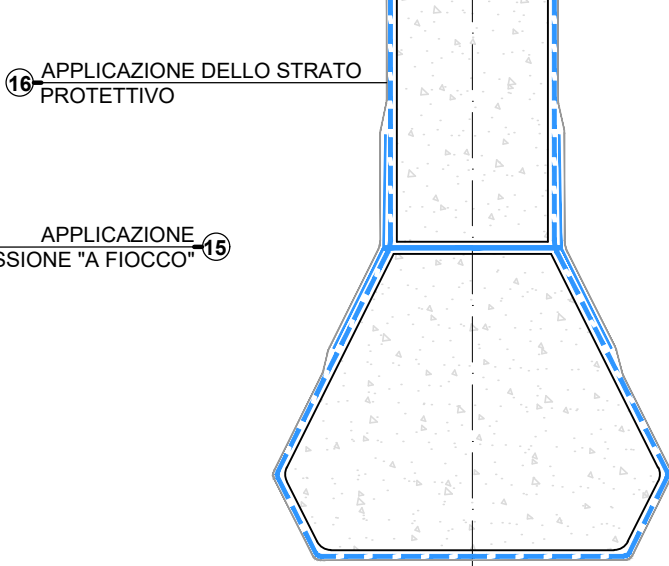
FASE 3a
RINFORZO A TAGLIO: POSA FIBRE
E CONNESSIONI "A FIOCCO"



FASE 3b
RINFORZO A FLESSIONE: POSA FIBRE E
CONNESSIONI "A FIOCCO"



FASE 4
PROTEZIONE SUPERFICIALE



DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI

FASE 1 - PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

- Preparazione del supporto che dovrà risultare pulito, privo di parti incoerenti, polveri o muffe. Eliminazione di trattamenti superficiali protettivi presenti, primer o qualunque altra sostanza che possa pregiudicare la buona adesione del prodotto. La pulizia potrà essere eseguita anche mediante sabbatura o acqua a bassa pressione [V.C. 21.4.2] [D].
- Smussatura degli spigoli del supporto con raggio maggiore a 2 cm, previa rettifica di eventuali imperfezioni del calcestruzzo.
- Rasatura del supporto e applicazione a spatola (o frattazzo) su superficie asciutta e pulita di resina epossidica strutturale bicomponente tixotropica. La rasatura sarà necessaria in presenza di superfici irregolari o non planari con dislivelli superficiali maggiori di 5 mm [V.C. 21.4.2] [D]. La superficie di supporto dovrà essere il più possibile planare e regolare.

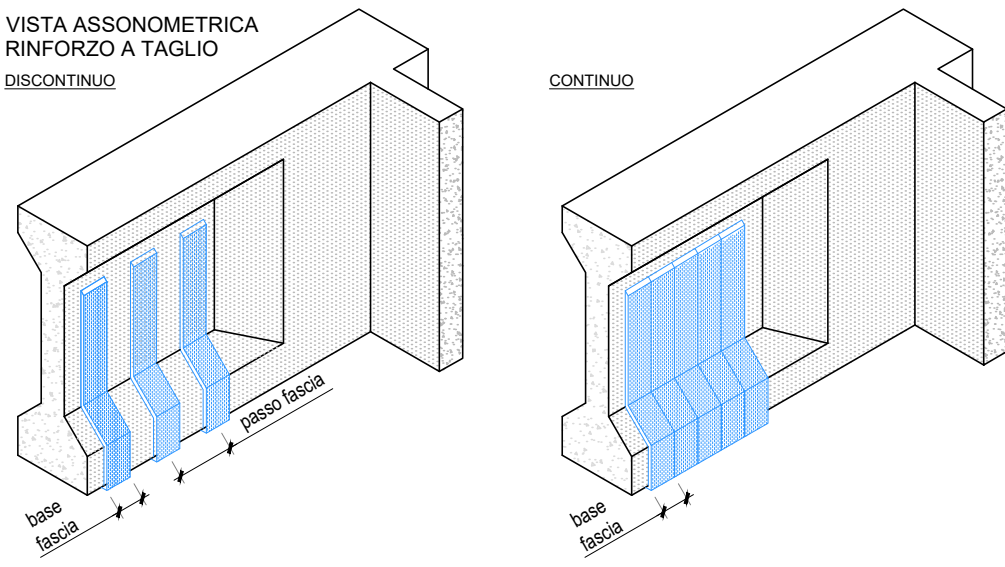
FASE 2 - FORATURE PER CONNESSIONI "A FIOCCO"

Al fine di fissare la fibra al supporto, sarà necessario predisporre, nelle zone di spigolo, connettori "a fiocco". Per l'esecuzione delle forature si procede nel seguente modo:

- Realizzazione di fori all'interno del supporto con diametro adeguato indicato nel CVT (Certificato di Valutazione Tecnica). La profondità, l'inclinazione ed il passo dei sistemi di connessione dovranno essere previsti secondo le indicazioni di progetto, e comunque in accordo con la Direzione Lavori [E].
- Eliminazione di polveri e parti incoerenti all'interno del foro, prodotte a seguito della perforazione.
- Protezione del foro con elementi adeguati (cannucce).
- Applicazione di uno strato di primer epossidico a mezzo pennello o rullo su supporto perfettamente asciutto [V.C. 21.4.2].

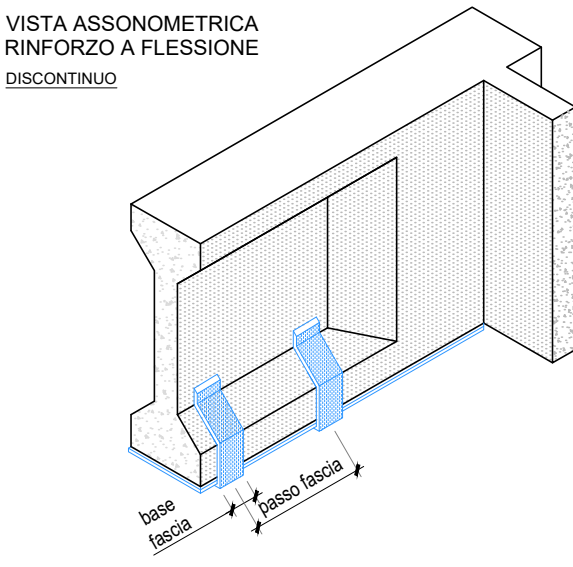
FASE 3a - RINFORZO A TAGLIO: POSA FIBRE E CONNESSIONI "A FIOCCO"

- Posa del sistema di rinforzo in fibre con sviluppo a fasciature ad "U".
- Inserimento nel foro delle porzioni di connettori a fiocco.
- Iniezione, per mezzo di pistola o scovolino, all'interno del foro di matrice inorganica per fibre tipo FRCM o resina epossidica per fibre tipo FRP [M].
- Apertura del fascio di fibre a "ventaglio/rosetta" della porzione di connettore a fiocco che fuoriesce dal foro.
- Applicazione di uno strato di matrice inorganica per fibre tipo FRCM o resina epossidica per fibre tipo FRP [V.C. 21.4.2].



FASE 3b - RINFORZO A FLESSIONE: POSA FIBRE E CONNESSIONI "A FIOCCO"

- Posa di uno o più strati di fasce longitudinali di larghezza pari alla dimensione del bulbo inferiore della trave.
- Applicazione di uno strato di fasce ad "U" con funzione di fissaggio.
- Applicazione connessioni "a fiocco" ripetendo da lavorazione n.9 a lavorazione n. 12 [V.C. 21.4.2].



FASE 4 - PROTEZIONE SUPERFICIALE

- Protezione finale mediante applicazione di strato protettivo del calcestruzzo atto a prevenire la penetrazione di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera. Il materiale utilizzato potrà essere una malta cementizia premiscelata bicomponente, con fibre sintetiche e resine polimeriche [M][D] [V.C. 21.4.2]. La scelta dovrà essere effettuata in funzione della classe di esposizione dell'elemento.

ESEMPI APPLICATIVI



MATERIALI

- PREPARAZIONE DELLA SUPERFICIE:
FR - Rasatura epossidica
FP - Primer epossidico
[elaborato 3RE-MAT-03]
- RINFORZO TRASVERSALE TRAMITE TESSUTI FRP:
FA - Adesivi epossidici
FT - Tessuti CFRP
[elaborato 3RE-MAT-03]
- PROTEZIONE FINALE DELLA SUPERFICIE MEDIANTE L'APPLICAZIONE DI UNO STRATO PROTETTIVO:
MR - Malta cementizia per ripristino del calcestruzzo tipo MR1 spessori compresi tra 1 e 3 mm da utilizzare sulle travi interne meno soggette alle intemperie;
MR - Malta cementizia per ripristino del calcestruzzo tipo MR2 per spessori compresi tra 3 e 10 mm da utilizzare sulle travi di bordo meno soggette alle intemperie.
[elaborato 3RE-MAT-01]

CRITERI EVOLUTIVI

MATERIALI [M]
Gli interventi sono caratterizzati dall'utilizzo di materiali di ultima generazione con notevoli vantaggi in termini di elevate proprietà meccaniche, peso ridotto, caratteristiche anticorrosive e resistenza alle elevate temperature.
DURABILITA' [D]
Inalterate prestazioni per l'intera vita utile dell'opera. Buona durabilità anche nei confronti di fuoco o di condizioni ambientali speciali, grazie all'adozione di adeguati accorgimenti per la protezione dei materiali. La presenza di connessioni "a fiocco" limita lo scollamento delle fibre dal supporto.
MANUTENIBILITA' [I]
L'intervento è pensato affinché le corrette scelte delle tecniche di lavorazione e dei materiali riducano quanto più possibile i futuri interventi di manutenzione e affinché questi siano di semplice esecuzione.
ESTENSIONE [E]
Per definire correttamente l'estensione dell'intervento è indispensabile conoscere l'effettivo stato di conservazione dell'elemento e dei materiali da cui esso è costituito. In alcuni casi può risultare utile non limitare l'intervento alle sole zone dove sono presenti ammaloramenti evidenti. Questo tipo di intervento è applicabile, inoltre, su strutture anche di morfologia diversa e complessa, con massima versatilità ed adattabilità alla geometria del supporto.
SOSTENIBILITA' [S]
Una buona sostenibilità si ha grazie alla straordinaria leggerezza ed agli spessori estremamente ridotti che facilitano il trasporto ed il montaggio determinando un minor consumo energetico e minori emissioni di gas serra.

NOTE GENERALI

- Il presente elaborato tipologico deve essere riadattato dal progettista all'elemento specifico oggetto dell'intervento.
- Le quantità dell'intervento devono essere verificate in cantiere prima dell'ordine dei materiali.
- Con riferimento alle modalità di posa, alle temperature di applicazione ed alle tempistiche tra le lavorazioni, bisogna attenersi fedelmente alle schede tecniche del materiale.
- Occorre prestare attenzione ai rinforzi strutturali FRP che sono classificati come materiali combustibili e, pertanto, contribuendo alla generazione e/o propagazione del fuoco, necessitano di un'adeguata protezione con prodotti intumescenti (come previsto dal DT 200/2013 par. 3.6).
- Le Voci di Capitolato (V.C.) riportate nel presente elaborato fanno riferimento al Capitolato speciale d'appalto - Autostrade per l'Italia (Edizione Gennaio 2018).

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018.
- CNR-DT 200 R1/2013 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.
- CNR-DT 215/2018 Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica.
- UNI EN 1504 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità. UNI EN 12190 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.
- UNI EN 196 - Metodi di prova dei cementi - Parte 1: Determinazione delle resistenze meccaniche.
- UNI EN 13412 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione del modulo elastico in compressione.
- UNI EN 13057 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione dell'assorbimento capillare.
- UNI EN 1542 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Misurazione dell'aderenza per trazione diretta.
- UNI EN 12190 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo - Metodi di prova - Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.
- UNI EN 13501 - Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione.
- ASTM D3039 - Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials.
- ASTM D695 - Standard test method for compressive properties of rigid plastics.
- ASTM D790 - Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials.
- ASTM D638 - Standard test method for tensile properties of plastics.

FASE 0 - INDAGINI PRELIMINARI E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

- Battitura a mano dell'intero elemento oggetto dell'intervento per valutare l'estensione e l'intensità del degrado ed individuare eventuali ulteriori parti ammalorate dell'elemento [E].
- Esecuzione di prove sul calcestruzzo del supporto, quali:
 - grado di carbonatazione;
 - grado di permeabilità;
 - verifica di resistenza alla penetrazione degli agenti aggressivi da eseguirsi sulle parti del supporto non visivamente ammalorate [E].
- Eventuali indagini per l'individuazione della/e causa/e del degrado.
- Definizione del tipo di intervento da eseguire sull'elemento come prescritto nell'elaborato 3RE-GEN-00.
- Definizione di altri interventi correlati da eseguire per la risoluzione delle cause del degrado. I principali interventi da eseguire sono:
 - Ripristino/sostituzione del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma;
 - Rifacimento della scossalina dei giunti;
 - Rifacimento dell'impermeabilizzazione della soletta.Eventuali altri interventi correlati saranno valutati caso per caso.
- Prima di procedere alle realizzazioni delle connessioni "a fiocco", si raccomanda di eseguire indagini Georadar al fine individuare l'esatto tracciato delle armature esistenti e dei cavi di precompressione.

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE

Prima dell'inizio dell'applicazione, l'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori un prelievo di materiale (n°6 campioni di adeguata lunghezza) per eseguire, presso un laboratorio autorizzato, le prove di caratterizzazione meccanica seguenti:

- Resistenza a trazione, modulo elastico ed allungamento a rottura su sei spezzoni di tessuto, con verifica che il valore caratteristico dichiarato dal Produttore sia minore o uguale al valore caratteristico ottenuto dalla prova di accettazione e in conformità ai criteri di accettazione delle linee guida LG-FRP o LG-FRCM.
 - Resistenza a trazione dell'adesivo epossidico a 7 gg secondo ASTM D638;
 - Resistenza a compressione dell'adesivo epossidico a 7 gg secondo ASTM D695.
- L'efficacia dell'intervento è da verificare mediante procedure quali:
- Verifica dell'aderenza tra sistema di rinforzo e struttura;
 - Verifica che tutta la zona del rinforzo non presenti distacchi o bolle intrappolate nella matrice polimerica mediante leggera battitura con idoneo martello.

QUALIFICA DEI SISTEMI DI RINFORZO FRP E FRCM

- L'Esecutore, almeno 10 giorni prima di impiegare i materiali, deve trasmettere alla Direzione Lavori per approvazione la seguente documentazione:
- Marcatura CE od omologazione sulla base della pertinente ETA (Valutazione Tecnica Europea) oppure Certificato di Valutazione Tecnica rilasciato dal Presidente Superiore dei Lavori Pubblici (o Certificato di Idoneità Tecnica da parte del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici) per ogni sistema di rinforzo proposto;
 - Schede tecniche con le condizioni climatiche limite di utilizzo e le modalità di posa dei materiali e, ove presente, marcatura CE, DoP;
 - Il manuale di installazione dei sistemi di rinforzo e una procedura operativa per la messa in opera dei materiali ove non chiaramente identificata nel citato manuale;
 - La certificazione del sistema di controllo della produzione (FPC) e il Certificato UNI EN ISO 9001 del sistema di gestione qualità delle società produttrici dei sistemi di rinforzo.

autostrade//per l'italia

BUSINESS UNIT
OPERATIONS AND MAINTENANCE

PONTI E VIADOTTI
INTERVENTI DI MANUTENZIONE EVOLUTIVA

TIPOLOGICO

RINFORZO DI TRAVI CON FIBRE IN FRP

PROGETTAZIONE		I PROGETTISTI	
RIFERIMENTO ELABORATO:		DATA:	REVISIONE:
Project M.	N° Commessa	Anno	Fase
BUOP	- C 9 5 8 2 3	PT	0 0 0 1
Rev.		Rif. Archivio	0000000
SCALA:		Varie	

CONTROLLATO:	TAVOLA: 3RE-TRA-01
APPROVATO:	

VISTO DELLA COMMITTENTE:
