



Accordo quadro triennale per l'esecuzione di lavori di manutenzione straordinaria delle strade secondarie del territorio delle ex Province della Sicilia.

## **CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE III NORME TECNICHE - BARRIERE**

## Sommario

<b>DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALI</b>	4
1. PREMESSA	4
2. PROPRIETA' DELLE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI	6
BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE N2	7
BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H1	7
BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H2	8
BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H3	10
BARRIERE DI SICUREZZA – CLASSE H4	13
TERMINALI	15
TRANSIZIONI	16
ATTENUATORI D'URTO	16
SISTEMI AMOVIBILI PER CHIUSURA VARCHI	17
PROFILI RE-DIRETTIVI PER PROTEZIONI DI INBOCCHI IN GALLERIA	18
PROFILI RE-DIRETTIVI PER PROTEZIONI DI MURI E PARETI IN GALLERIE	18
RETI PARASASSI, ANTISCAVALCAMENTO E RECINZIONI METALLICHE	19
3. ZINCATURA	20
4. MARCATURA CE	20
5. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E CONTROLLI	21
Accettazione e controlli della fornitura	21
Prove sui materiali	22
Controllo di qualità della bulloneria	24
6. MODALITÀ DI ESECUZIONE	25
Corretta posa in opera	26
7. MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE	28
8. NON CONFORMITÀ E SANZIONI	30
9. COLLAUDO	31
<b>RIPRISTINO DI PONTI E VIADOTTI IN CA</b>	32
10. RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI	32
GENERALITÀ	32
MATERIALI	32
Malte tissotropiche da ripristino	32
Acciaio in barre da c.a.	35
FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI	35
Generalità	35
Scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi	36
Trattamento ferri d'armatura	36
Posizionamento di armature aggiuntive e trattamento delle barre di armatura esistente	37

Preparazione delle superfici da ripristinare .....	37
Messa in opera delle miscele di ripristino .....	38
Finitura superficiale .....	38
Stagionatura .....	38
11. RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI.....	38
GENERALITÀ .....	38
MATERIALI .....	39
Malte tissotropiche da ripristino.....	39
Acciaio in barre da c.a.....	41
FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI.....	42
Generalità.....	42
Scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi.....	42
Trattamento ferri d'armatura .....	43
Posizionamento di armature aggiuntive e trattamento delle barre di armatura esistente .....	43
Preparazione delle superfici da ripristinare .....	44
Messa in opera delle miscele di ripristino .....	44
Finitura superficiale .....	44
Stagionatura .....	44
12. RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI IN PRESENZA DI CAVITÀ E RELATIVA INIEZIONE DELLE STESSE .....	45
GENERALITÀ .....	45
MATERIALI .....	45
Malte tissotropiche da ripristino.....	46
Resine epossidiche e boiacche cementizie a bassa viscosità per iniezione di cavità .....	47
Adesivo epossidico .....	48
Acciaio in barre da CA.....	49
FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI.....	49
Generalità.....	49
Scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi.....	49
Messa in opera delle miscele di ripristino .....	51
Finitura superficiale .....	51
Stagionatura .....	51
Iniezione delle cavità .....	51
13. TRATTAMENTO PROTETTIVO DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO.....	52
GENERALITÀ' .....	52

MATERIALI .....	52
Trattamento protettivo.....	52
FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI.....	53
Preparazione del supporto .....	53
Applicazione del trattamento protettivo.....	53
14. RINFORZO STRUTTURALE DELLE TRAVI DI IMPALCATO MEDIANTE L'UTILIZZO DI PLACCAGGI METALLICI .....	54
GENERALITÀ .....	54
MATERIALI .....	54
Resina per fissaggi di barre filettate.....	54
Barre filettate dadi e rosette .....	55
FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI.....	55
Generalità.....	55
Inghisaggio delle barre di prima fase .....	55
Montaggio delle lamiere di rinforzo.....	56
Esecuzione delle giunzioni saldate.....	56
Intasamento dei giochi costruttivi di montaggio .....	56
Completamento dell'inghisaggio delle restanti barre.....	57
15. INTERVENTI CON MATERIALI FIBRORINFORZATI .....	57
GENERALITÀ .....	57
MATERIALI .....	57
Betoncini fibrorinforzati .....	57
FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI.....	58
Stagionatura .....	58
Accettazione in corso d'opera .....	58
16. MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE.....	59
NORME GENERALI .....	59
CRITERI DI MISURA .....	60
Conglomerati cementizi .....	60
Casseforme.....	61
Acciaio per c.a.....	61

## **DISPOSITIVI DI RITENUTA STRADALI**

### **1. PREMESSA**

Al fine di garantire le migliori condizioni di sicurezza passiva per tutti gli utenti della strada e per assicurare la protezione delle zone limitrofe della carreggiata stradale e di impedire la fuoriuscita dei veicoli, senza ridurre il livello di servizio delle strade ed autostrade, il Progetto della sistemazione su strada dei dispositivi di ritenuta, oltre a definire le installazioni a protezione di specifiche zone, lungo tratti saltuari dei cigli della piattaforma stradale, in rilevato, sul bordo di opere d'arte (ponti, viadotti, muri di sostegno ecc.), nonché lungo lo spartitraffico centrale delle strade a doppia carreggiata o delle autostrade, secondo le tipologie generali, le classi indicate e con larghezza operativa compatibile con le dimensioni della strada, in base alle caratteristiche e le modalità tecniche costruttive previste, secondo il disposto del D.M. n. 223 del 18 febbraio 1992 e del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004, dovrà valutare gli spazi presenti, quelli da lasciare a tergo del dispositivo, il tipo di supporto e/o di terreno di infissione, che è parte fondamentale della resistenza del dispositivo, inteso come tipo, addensamento e forma, sul quale insisterà l'infissione o altro tipo di collegamento dei paletti della barriera in acciaio, così da poter garantire un equivalente funzionamento del sistema barriera di sicurezza, rispetto a quello ottenuto nei campi prova certificati UNI CEI EN ISO/IEC 17025 dove i dispositivi sono stati testati al vero secondo quanto disposto dalla normativa vigente. Sarà necessario valutare l'interferenza con le altre funzioni della strada, quali la coesistenza di altri dispositivi come le barriere antirumore o i manufatti di attraversamento, studiare le soluzioni adeguate per il collegamento delle nuove barriere di sicurezza con le altre presenti sulla strada e curare lo smaltimento delle acque.

Occorrerà distinguere le installazioni a seconda che si tratti di protezioni da applicare su:

- strade esistenti con sostituzioni o nuova installazione, connessa al degrado degli impianti in essere, con attenzione prioritaria agli spazi utili per il funzionamento del dispositivo di sicurezza, in particolare, la normativa vigente permette, in mancanza di spazio, art. 6 del D.M. 2367 del 21/06/2004: *“Per le strade esistenti o per allargamenti in sede di strade esistenti il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali della strada da proteggere, indicato come una frazione del valore della massima deformazione dinamica rilevato nei crash test; detto spazio di lavoro non sarà necessario nel caso di barriere destinate a ponti e viadotti, che siano state testate in modo da simulare al meglio le condizioni di uso reale, ponendo un vuoto laterale nella zona di prova; considerazioni analoghe*

*varranno per i dispositivi da bordo laterale testati su bordo di rilevato e non in piano, fermo restando il rispetto delle condizioni di prova”;*

- nuove costruzioni o ampliamenti di strade esistenti ad esse equiparate, in questo caso i dispositivi di ritenuta dovranno essere parte integrante del progetto della strada, il progettista dovrà curare con specifici disegni esecutivi e relazioni di calcolo l’adattamento dei singoli dispositivi alla sede stradale in termini di supporti, drenaggio delle acque, collegamenti tra diversi tipi di protezione, zone di approccio alle barriere, punto di inizio e di fine in relazione alla morfologia della strada per l’adeguato posizionamento dei terminali, interferenza e/o integrazione con altri tipi di barriere.

Tutte le scelte progettuali dovranno essere adeguatamente motivate, le soluzioni adottate dettagliatamente descritte e supportate dagli elaborati grafici redatti in scala adeguata, che compongono il progetto della sistemazione su strada dei dispositivi di ritenuta stradale.

Nel progetto, dopo l’indicazione delle Norme a cui si fa riferimento nella definizione delle soluzioni, saranno prese in esame le valutazioni inerenti:

- classi di resistenza in funzione del tipo di traffico presente e tipologia di strada;
- valutazione dello stato dei luoghi, dello spazio presente e del supporto su cui dovrà insistere il dispositivo di sicurezza in particolare per barriere a nastri e paletti, con la verifica della corrispondenza di comportamento del dispositivo con quello ottenuto nei crash test reali;
- accorgimenti da apportare ai supporti o al dispositivo per ottenere la certezza dell’equivalenza dei comportamenti, qualora difformi da quelli dei crash reali
- lunghezze degli impianti;
- punti di transizioni delle barriere di nuovo impianto con le barriere esistenti con indicazione delle soluzioni previste;
- punti di inizio e fine tratta con i terminali adatti, semplici o speciali;
- individuazione dei punti singolari e loro trattamento specifico.

I dispositivi di ritenuta stradale si distinguono nelle categorie riportate in tabella 1, tutte con marcatura CE tranne quelle specificate.

Tabella 1: Dispositivi di ritenuta stradale

Categorie	Marcatura CE
Barriere di sicurezza laterali	SI
Barriere di sicurezza da spartitraffico	SI
Barriere di sicurezza per opere d'arte	SI
Barriere di sicurezza integrate con barriere	SI

antirumore	
Profili salva motociclisti (SM)	NO – Segue la modifica di prodotto En 1317-5
Terminali speciali di inizio e fine	NO
Transizioni tra due barriere di sicurezza di tipo e/o prestazioni diverse	NO
Dispositivi per l'assorbimento dell'energia di urto quali attenuatori d'urto, letti d'arresto o simili	SI
Sistemi amovibili per chiusura varchi	NO
Protezioni imbocchi in gallerie e piazzole di sosta	NO

## 2. PROPRIETA' DELLE BARRIERE DI SICUREZZA STRADALI

Di seguito sono riportate le principali caratteristiche prestazionali a cui il progettista della sistemazione su strada dovrà far riferimento per la scelta della barriera di sicurezza da adottare nel progetto.

A.S.I. - Acceleration Severity Index	Si accettano barriere con A.S.I. delle tre categorie secondo quanto disposto dalla UNI EN 1317.
W - Larghezza operativa	Distanza fra il lato rivolto verso il traffico prima dell'urto della barriera di sicurezza e la massima posizione laterale dinamica di una qualunque parte principale della barriera.
W <sub>r</sub> - Larghezza operativa ridotta	Per usi su strade esistenti e/o allargamenti in sede il progettista potrà prevedere la collocazione dei dispositivi con uno spazio di lavoro (inteso come larghezza del supporto a tergo della barriera) necessario per la deformazione più probabile negli incidenti abituali. DM 2367/2004.
H.I.C. <sub>15</sub> - Head Injury Criteria	Valore che tiene conto delle accelerazioni nelle tre direzioni che si verificano, durante l'urto, a carico della testa del passeggero, <u>non è obbligatorio</u> , ma costituisce elemento di valutazione aggiuntivo ad integrazione dell'A.S.I... Si consiglia un valore indicativo dell' H.I.C. <sub>15</sub> inferiore o uguale a 400.

**BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE N2**

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- Prezzario regionale art. 6.5.1.1

**Caratteristiche prestazionali**

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe N2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 2: Proprietà barriere di sicurezza BL N2

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	N2
Altezza massima nastro	$\leq 75\text{cm}$
Altezza massima muretto	$\leq 100\text{ cm}$
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 45\text{cm}$

**BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H1**

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- Prezzario regionale art. 6.5.1.2

**Caratteristiche prestazionali**

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe H1, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 3: Proprietà barriere di sicurezza BL H1

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
------------------------------	-----------------------



Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H1
Larghezza operativa W	≤175 cm
Altezza massima nastro	≤95cm
Altezza massima muretto	≤100 cm
Larghezza massima del dispositivo	≤50cm

### **BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H2**

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- Prezzario regionale art. 6.5.1.3 – 6.5.1.4 – 6.5.1.5 – 6.5.1.6

### **Caratteristiche prestazionali**

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe H2, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 4: Proprietà barriere di sicurezza BL H2

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H2

Larghezza operativa W	$\leq 210$ cm
Altezza massima nastro	$\leq 95$ cm
Altezza massima muretto	$\leq 100$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 50$ cm

Tabella 5: Proprietà barriere di sicurezza BL H2 Legno

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H2
Larghezza operativa W	$\leq 210$ cm
Altezza massima nastro	$\leq 95$ cm
Altezza massima muretto	$\leq 100$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 52$ cm

Tabella 6: Proprietà barriere di sicurezza BP H2

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H2
Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte	SI
Altezza massima nastro	$\leq 95$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 52$ cm

Tabella 7: Proprietà delle barriere di sicurezza SP H2 Muretto

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H2
Larghezza operativa W	$\leq 195$ cm
Altezza massima muretto	$\leq 100$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 195$ cm

Tabella 8: Proprietà barriere di sicurezza SP H2 Nastri e Paletti

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H2
Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il $S_1$ bordo ponte	

Altezza massima muretto	$\leq 100$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 50$ cm

**BARRIERE DI SICUREZZA - CLASSE H3**

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- Prezzario regionale art. 6.5.1.7 – 6.5.1.8 – 6.5.1.9

**Caratteristiche prestazionali**

Sono richieste caratteristiche prestazionali corrispondenti a quelle della classe H3, conformi al D.M.18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 9: Proprietà barriere di sicurezza BL H3

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H3
Larghezza operativa W	$\leq 180$ cm
Altezza massima nastro	$\leq 95$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 52$ cm

Tabella 10: Proprietà barriere di sicurezza SP H3 Nastri e Paletti

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H3
Larghezza operativa W	$\leq 360$ cm

Altezza massima nastro	≤95 cm
<b>Larghezza massima del dispositivo</b>	≤90cm

Tabella 11: Proprietà barriere di sicurezza SP H3 Muretto

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H3
Larghezza operativa W	≤360 cm
Altezza massima muretto	≤100
Larghezza massima del dispositivo	≤90cm

Tabella 12: Proprietà barriere di sicurezza BP H3

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H3
Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte	SI
Altezza massima nastro	≤95cm
Larghezza massima del dispositivo	≤52cm

### Messa in opera delle barriere del tipo new jersey in cemento

La sequenza temporale e spaziale delle operazioni di cantiere relative alla messa in opera delle barriere del tipo new jersey in cemento sarà indicativamente la seguente:

- Tracciamento di una o più linee o tesatura di idonei fili per l'allineamento degli elementi;
- scarico (con gru montata su autocarro o con altri idonei dispositivi di sollevamento) e posizionamento secondo i fili prestabiliti degli elementi sulle superfici pulite da ogni residuo o sporcizia; il sollevamento deve avvenire utilizzando gli appositi fori e/o chiodi di presa presenti nei manufatti, in modo da solleccarli nel modo previsto.
- allineamento dei medesimi in modo da avvicinare le superfici maschio – femmina dei bordi verticali adiacenti e le barre rullate;
- collegamento al cordolo inferiore con le barre di inghisaggio (*solo per l'elemento di inizio e fine tratto*);
- dopo allineamento di tratti significativi, collegamento e serraggio definitivo delle piastre bilaterali in basso, tensionando le barre filettate a 90 Nm, tramite idonei avvitatori pneumatici o manuali o chiave dinamometrica, previo controllo del corretto posizionamento della piastra;

- f. avvitatura dei manicotti delle barre rullate con lunghezze di inserimento di almeno 6 cm su ciascuna barra come meglio specificato nel seguito;
- g. pulizia da eventuali i residui di imballaggio o altro.

#### **Collegamento elementi terminali al cordolo inferiore con barre di inghisaggio**

La prima e l'ultima barriera di ogni tratto deve essere collegata ad un cordolo sottostante opportunamente realizzato – è previsto un cordolo di cm.62 di larghezza, cm.40 altezza per una lunghezza di cm. 600 (lunghezza new-jersey).

Quando le posizioni sono definitive e gli elementi sono collegati (ma non serrati) si provvederà ad eseguire i fori con carotatrici ed irruvidire il foro interno, o con fioretti o punte di trapano di diam. 28 mm per una profondità di 280 mm da filo cordolo. Dopo la pulizia del foro, togliendo acqua e polvere, si colerà nel foro una resina bi-componente (tipo Inghisol o equivalente) “resina colata o ad iniezione”. L'applicazione della resina deve essere eseguita secondo le specifiche istruzioni di uso del prodotto. È in ogni caso necessario assicurare la completa omogeneità del prodotto e la penetrazione dello stesso fino al fondo del foro di inserimento della barra.

Ottenuta la resina bi-componente fluida, questa va colata nei fori del cordolo per una altezza pari a circa i  $\frac{3}{4}$  della profondità del foro, dove sarà inserita la barra filettata M24x400 in acciaio 8.8 zincata a caldo. Eventuali eccessi non rappresentano un problema e tenderanno a fuoriuscire con l'installazione della barra filettata.

Dopo avere colato la resina bisogna inserire immediatamente la barra filettata, precedentemente preparata (completa cioè di piastra e dado di serraggio), avendo cura di spingerla fino a fondo foro o ad appoggio della piastra. È da tenere presente che a temperature maggiori di 30 °C la resina ha tempi di indurimento molto bassi (fino a 5 minuti).

Eeguire il serraggio definitivo e verifica con chiave dinamometrica di tutti i bulloni e ancoraggi facendo attenzione che il kit di collegamento al piede deve essere tensionato con chiave dinamometrica a 90 Nm, mentre l'ancoraggio del piede deve essere tensionato con una chiave dinamometrica a 120 Nm con un dado autobloccante.

#### **Collegamento degli elementi tramite i manicotti**

Il modo di procedere sarà il seguente: il manicotto di giunzione, composto da due elementi avvitati uno all'interno dell'altro (A dentro a B) sarà avvitato preventivamente sulla parte di barra rullata più lunga che sporge dall'elemento prefabbricato in cemento armato (generalmente dal lato dell'incastro maschio della barriera). Non è importante farlo in un lato specifico, ma è preferibile che si faccia sempre dallo

stesso lato, in modo che ci sia un manicotto A+B per ogni elemento. Una volta accostati due elementi adiacenti si presenteranno come in figura; si segnerà quindi sulla barra libera la lunghezza di 6 cm dalla sua fine e si farà avanzare il manicotto A+B, avvitandolo su detta barra in modo che superi il segno di cui sopra. Successivamente una volta superato il segno, si serrano A e B ruotandoli in senso opposto. Il collegamento sarà perfetto se A entra quasi completamente in B: uno o due centimetri di fuoriuscita sono però tollerabili, perché la sua filettatura è più potente con B piuttosto che con la barra rullata.

#### **BARRIERE DI SICUREZZA – CLASSE H4**

Articoli di Elenco Prezzi correlati:

- Prezzario regionale art. 6.5.1.10 – 6.5.1.11 – 6.5.1

#### **Caratteristiche prestazionali**

Sono richieste barriere di sicurezza marcate CE con caratteristiche prestazionali minime corrispondenti a quelle della classe H4, conformi al D.M. 18/02/92 n° 223 e successive modifiche (D.M. 21/06/2004), di qualsiasi tipo, a nastri e paletti, in acciaio o cemento armato o miste o di altri materiali previsti nei Rapporti di Prova.

Tabella 13: Proprietà barriere di sicurezza SP H4 Monofilare Nastri e Paletti /Muretto

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H4

Larghezza operativa W	≤250 cm
Altezza massima nastro	≤95 cm
Altezza massima muretto	≤120cm
Larghezza massima del dispositivo nastri e paletti	≤90cm
Larghezza massima del dispositivo a muretto	≤80cm

Tabella 14: Proprietà barriere di sicurezza BP H4 Nastri e Paletti

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H4
Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte	SI
Altezza massima nastro	≤95cm
Larghezza massima del dispositivo	≤52cm

Tabella 15: Proprietà barriere di sicurezza BP H4 Muretto

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H4
Prova effettuata con vuoto a tergo simulante il bordo ponte	SI
Altezza massima muretto	≤100 cm
Larghezza massima del dispositivo	≤50cm

Tabella 16: Proprietà barriere di sicurezza SP H4 Unico Bifilare\* Nastri e Paletti /Muretto

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe (livello di contenimento)	H4
Larghezza operativa W	≤310 cm
Altezza massima nastro	≤95 cm
Altezza massima muretto	≤120cm
Larghezza massima del dispositivo nastri e paletti	≤90cm
Larghezza massima del dispositivo a muretto	≤80cm

Tabella 17: Proprietà barriere di sicurezza SP H4 Bifilare Nastri e Paletti

Caratteristica prestazionale	Valore di riferimento
Appartenenza alla stessa classe	H4

(livello di contenimento)	
Larghezza operativa W	$\leq 200$ cm
Altezza massima nastro	$\leq 95$ cm
Larghezza massima del dispositivo	$\leq 252$ cm

## TERMINALI

Il terminale semplice è il tratto di barriera al suo inizio e quello alla sua fine, riportato nei disegni dei rapporti di prova delle diverse soluzioni. Si tratta in genere di interramenti e deviazioni della parteterminale d'inizio, combinate o meno tra loro, senza ancoraggi speciali. Tutte le caratteristiche prestazionali sono riportate nei rapporti di prova.

Qualora il terminale semplice non sia indicato nei documenti dei rapporti di prova, il terminale da adottare potrà essere realizzato con nastro che termina immerso nel terreno e che, nella discesa verso il basso, devia leggermente verso l'esterno della strada (angolo di circa 20°). Nel caso in cui la natura del terreno non permetta l'interramento, il nastro potrà curvare verso l'esterno mantenendo la quota.

### Caratteristiche prestazionali Terminali Speciali

I terminali semplici possono essere sostituiti alle estremità di barriere stradali con terminali speciali testati secondo la ENV 1317 - 4 e prEN1317-7. In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione.

I terminali speciali dovranno essere attestati alla barriera stradale, sia in acciaio sia in cemento, attraverso un elemento di connessione fornito dal produttore.

Il progettista della sistemazione stradale, potrà utilizzare detti terminali speciali in alternativa agli attenuatori d'urto nei casi di fine dello spartitraffico ed in caso di svincoli stradali.

Il costo dell'elemento di connessione tra la barriera stradale ed il terminale speciale deve essere computato a parte con la voce di elenco prezzi.



**TRANSIZIONI**

Il progettista della sistemazione su strada dovrà ubicare le zone di transizioni in tratti di strada dove sia minore la probabilità di impatto da parte dei veicoli riducendo così al minimo la pericolosità per tutti gli utenti della strada.

**Caratteristiche prestazionali**

Le transizioni, come elementi di collegamento, dovranno avere dimensioni compatibili con le barriere di classi e tipologia diverse; le indicazioni sono riportate nella tabella 19.

Tabella 19: Caratteristiche di accettazione transizioni

Tipologia	Azioni di verifica
Strutturalmente continue (nelle loro parti principali)	Non si richiedono né crash e né calcoli
Non strutturalmente continue (nelle loro parti principali)	Si richiede un progetto firmato dal PSS con una seguenti opzioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>□ progettazione geometrica nel caso di transizione semplice;</li> <li>– simulazione numerica agli elementi finiti esecuzione di prove di crash al vero.</li> </ul>

Il costo della transizione tra due barriere di sicurezza di tipo e/o prestazioni diverse viene computato con la voce di elenco prezzo relativa alla barriera della classe e/o tipologia più elevata.

**ATTENUATORI D'URTO****Caratteristiche tecniche**

Gli attenuatori avranno dimensione confrontabile a quella dell'ostacolo da proteggere o della funzione da svolgere, si dividono in:

Attenuatori redirettivi (R)	Dispositivi destinati a deviare il veicolo collidente se urtati lateralmente e non frontalmente
Attenuatori non redirettivi (NR)	Dispositivi destinati ad arrestare il veicolo in poco spazio e senza danno
Attenuatori NR stretti	Generalmente a lati paralleli, da usare come terminali speciali di barriere
Attenuatori NR larghi	Generalmente a pianta trapezia, da usare nei punti di cambio di direzione o di uscita, in sostituzione delle attuali cuspidi

### Caratteristiche prestazionali

Gli attenuatori d'urto sono testati secondo la UNI EN 1317 - 3 e marcati CE.

In questo caso la scelta avverrà tenendo conto delle loro prestazioni e della destinazione ed ubicazione, secondo la tabella B riportata all'art. 6 delle Istruzioni Tecniche allegate al D.M. 21.06.2004.

Tabella 20: Proprietà Attenuatori d'Urto

Velocità imposta nel sito da proteggere	Classe degli attenuatori	Caratteristica prestazionale
$v > 130 \text{ km/h}$	100	Lunghezza, larghezza, altezza e caratteristiche dei materiali sono riportate nei Rapporti di Prova.
$90 \leq v < 130 \text{ km/h}$	80	
$v < 90 \text{ km/h}$	50	

## SISTEMI AMOVIBILI PER CHIUSURA VARCHI

### Caratteristiche tecniche

Il sistema amovibili, salvo indicazioni particolari, sarà posizionato sull'asse dello spartitraffico centrale e in ogni caso in maniera che cada all'interno della linea bianca continua del by-pass.

La barriera, testata secondo la EN 1317 - 2 e 4, sarà appoggiata su una pavimentazione in asfalto priva di gradini e quant'altro possa impedire il movimento degli elementi costituenti la suddetta barriera. Il tubo del giunto snodabile dovrà essere rimovibili manualmente. Gli estremi della barriera saranno ancorati secondo le prescrizioni dei rapporti di prova.

**Caratteristiche prestazionali**

I livelli di contenimento, lunghezza, larghezza, altezza e caratteristiche dei materiali sono riportate nei Rapporti di Prova.

Il costo dell'elemento di connessione tra la barriera ed il sistema amovibile per chiusura varchi deve essere computato a parte con la voce di elenco prezzi.

**PROFILI RE-DIRETTIVI PER PROTEZIONI DI INBOCCHI IN GALLERIA****Caratteristiche tecniche**

Dispositivi per la protezione degli imbocchi di galleria o delle piazzole di sosta in galleria; essi dovranno avere uno spazio a tergo sufficiente al loro posizionamento.

Il dispositivo è composto da uno o più elementi di barriera tipo a muretto realizzati come nello schema di seguito specificato, collegati a due blocchi in calcestruzzo sagomati, di dimensioni minime pari a mc 2,75, tramite la barra rullata superiore; inoltre dovranno avere una lunghezza minima di m 6,50 ed altezza max. pari a m 1,00.

Materiale	Caratteristiche prestazionali
Calcestruzzo	Classe min. C25/30 con classe di esposizione min. XF2, semplice o debolmente armato fino ad un'incidenza massima di 30 kg/m <sup>3</sup> .
Acciaio	Min. S235 JR zincato a caldo con quantità di seguito specifica.

**PROFILI RE-DIRETTIVI PER PROTEZIONI DI MURI E PARETI IN GALLERIE****Caratteristiche tecniche**

Nei tratti stradali in galleria, è consigliabile l'uso di muretti sagomati re-direttivi rigidi per la redirectione del veicolo in svio ai sensi del D.M. n. 6792 del 5 novembre 2001. La presenza di un vuoto di sicurezza sovrastante il profilo è auspicabile per la salvaguardia degli occupanti dei veicoli.

In particolare la soluzione analoga della sistemazione stradale del profilo re-direttivo in trincea ricostituita non necessita delle prove di crash test reali.

A titolo puramente esemplificativo si riporta in figura 1 una soluzione consigliata e verificata consimulazione agli elementi finiti.

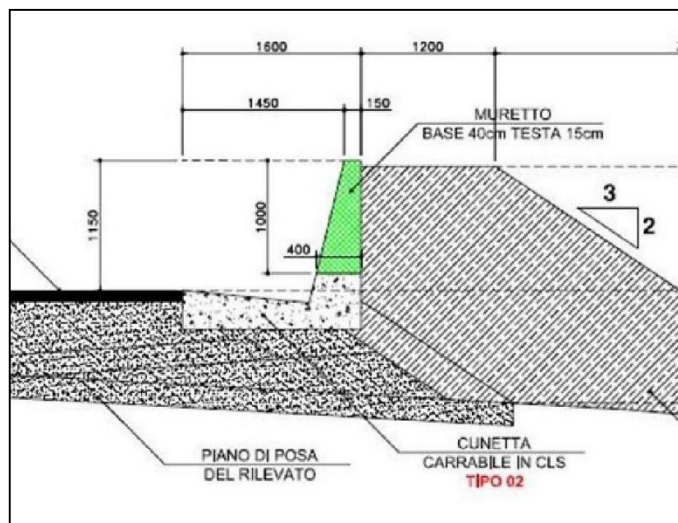


Figura 1: Soluzione del profilo re-direttivo e trincea

## RETI PARASASSI, ANTISCAVALCAMENTO E RECINZIONI METALLICHE

### Caratteristiche prestazionali

Possono essere impiegati sistemi integrati alla barriera, purché dotati di appositi sistemi rivolti ad escludere il rischio di espulsioni di singoli componenti in caso d'impatto.

La compatibilità con il dispositivo di sicurezza testato senza la protezione deve essere dimostrata mediante simulazioni numeriche, prove semplificate o crash test al vero che verifichino la non interferenza delle reti e delle parti aggiunte con il funzionamento del dispositivo di sicurezza vero e proprio.

### 3. ZINCATURA

Ogni elemento dei dispositivi di sicurezza stradali di acciaio dovrà essere protetto, su ogni faccia, da zincatura a caldo eseguita secondo la norma UNI EN ISO 1461, dopo l'avvenuta piegatura ed aggraffatura o saldatura dell'elemento, secondo gli spessori per faccia indicati.

Tale norma indica spessori minimi relativi al processo di zincatura a caldo. La tabella 21 fornisce i valori minimi e medi richiesti:

Tabella 21: Valori minimi di spessore di zincatura.

Articolo e suo spessore	Spessore locale del rivestimento (minimo) $\mu\text{m}$	Massa del rivestimento locale (minima) $\text{g/m}^2$	Spessore medio del rivestimento (minimo) $\mu\text{m}$	Massa media del Rivestimento (minima) $\text{g/m}^2$
Acciaio > 6 mm	70	505	85	610
Acciaio da > 3 mm a $\leq 6$ mm	55	395	70	505
Acciaio da $\geq 1,5$ mm a $\leq 3$ mm	45	325	55	395
Acciaio < 1,5 mm	35	250	45	325

Le lamiere finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, ruvidità, punte, ecc.

Per la zincatura sui bulloni, si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN ISO 10684.

### 4. MARCATURA CE

Il rilascio della Marcatura CE per i dispositivi di ritenuta stradale avviene sulla base della individuazione del sistema applicabile di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione definito nell'allegato ZA.2 della norma UNI EN 1317-5, sistema 1 tra quelli di attestazione previsti dal Regolamento UE 305/2011.

Il marchio CE non ha scadenza, a meno che ci siano modifiche del progetto, materiali o definizione dei criteri di prova.

La punzonatura degli elementi principali (nastri tripla onda, profilo salva motociclisti, montanti, mancorrenti e distanziatori) e l'etichettatura, definite secondo le indicazioni della amministrazione appaltante, sono a carico dell'Aggiudicatario.

Non possono essere apportate modifiche ai dispositivi marcati CE, ciò comporterebbe una modifica di prodotto.

Nei casi di installazioni dei dispositivi diverse da quelle standard e previste dai manuali di installazione, conseguenti alla natura del supporto e alla morfologia dei margini esterni della strada, è consentito apportare modifiche al dispositivo, ai sensi dell'art. 5 del D.M. 21/06/2004, secondo le indicazioni riportate in tabella 22, allegato A della norma 1317-5.

Tabella 22: Accettazione e verifiche per modifiche di prodotto

Tipologia	Azioni di verifica
(A) Modifica lieve/leggera non influenza le prestazioni del prodotto	Non si richiedono né crash e né calcoli ma indicazioni della modifica riportate su una relazione tecnica a firma del PSS.
(B) Modifica moderata Di uno o più elementi del dispositivo	Si richiede un progetto firmato dal PSS con una delle due opzioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ simulazione numerica (ovvero analisi secondo il principio della meccanica computazionale in fase dinamica);</li> <li>✓ qualora con la simulazione di cui non si ottengano risultati apprezzabili si dovranno eseguire prove di crash al vero.</li> </ul>
(C) Modifica significativa	Si richiede esecuzione di prove di crash al vero.

## 5. ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E CONTROLLI

### Accettazione e controlli della fornitura

Al momento della consegna della fornitura franco cantiere, l'Appaltatore dovrà trasmettere alla amministrazione appaltante tutta la documentazione tecnica, amministrativa e contabile e quanto altro necessario per individuare il materiale oggetto della consegna.

Tutta la documentazione è da considerarsi parte integrante della fornitura.

La sua accettazione da parte della D.L. si articola nelle seguenti fasi descritte dettagliatamente in tabella 23, oltre ad ogni ulteriore certificazione prevista dalla vigente normativa di riferimento di settore.

Il materiale confezionato in colli opportunamente imballati e identificati in modo tale da individuare tutti i componenti costituenti la barriera finita nelle quantità ordinate, è identificato attraverso un codice che lo mette in correlazione con l'ordinativo emesso dalla amministrazione appaltante.

Tabella 23: Verifica documentazione tecnica e amministrativa

Fasi	Azioni
------	--------

Verifica processo di produzione  (consiste nel recarsi presso l'unità produttiva dell'Azienda eseguendo i seguenti controlli)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Criteri e modalità di applicazione delle procedure/istruzioni operative od altri documenti indicati nel controllo di produzione di fabbrica;</li> <li>✓ Movimentazione, stoccaggio, imballaggio e spedizione dei prodotti che devono essere mantenuti sistematicamente sotto controllo;</li> <li>✓ Identificazione e rintracciabilità del prodotto.</li> </ul>
Controllo documentazione	<p>Documentazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dichiarazione di Prestazione (DoP) per ogni tipologia di dispositivo di sicurezza secondo le prescrizioni della EN 1317-5;</li> <li>✓ Certificato di Conformità CE redatto da Enti di Certificazione;</li> <li>✓ Certificazione di conformità dei materiali impiegati;</li> <li>✓ Schemi di rintracciabilità dei materiali impiegati;</li> <li>✓ Attestato di conformità della qualità dei materiali impiegati;</li> <li>✓ Dichiarazione del processo di zincatura ai sensi della norma UNI EN ISO 1461-2009;</li> <li>✓ Dichiarazione di conformità delle saldature ai sensi della norma UNI EN ISO 3834-2:2006;</li> <li>✓ Distinte dei materiali prodotti;</li> <li>✓ Rapporto di Prova;</li> <li>✓ Manuale di Installazione;</li> <li>✓ Manuale di Manutenzione;</li> <li>✓ Documento di Trasporto;</li> <li>✓ Completezza della fornitura.</li> </ul>

### **Prove sui materiali**

Per ogni specifica partita della fornitura e per tipologia di dispositivo, la D.L. dovrà eseguire il processo di accettazione dei materiali definiti in tabella 24.

Tabella 24: Accettazione dei materiali

Fasi	Azioni di verifica
Controllo di conformità del materiale	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prove sui materiali: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Corrispondenza della forma e delle dimensioni;</li> <li>✓ Verifica delle caratteristiche dei materiali impiegati;</li> <li>✓ Verifica del rivestimento protettivo.</li> </ul> </li> <li>2. Identificazione del prodotto marcato CE , ai</li> </ol>

	sensi dell'art. 5 delle Istruzioni tecniche del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004 e dell'allegato ZA nelle forme previste al punto ZA.3.
--	--

NOTA <i>Qualora il Direttore dei Lavori riscontri che un qualsiasi materiale non sia adatto all'impiego DEVE chiederne la sostituzione.</i>
---

Relativamente alle prove sui materiali, il Direttore dei Lavori eseguirà un prelievo di ciascun elemento principale componente il dispositivo di sicurezza secondo la tabella A in appendice, in contraddittorio con l'Aggiudicatario.

L'Aggiudicatario ha la facoltà - qualora lo richieda all'atto del prelievo dei campioni - di assistere alle prove o di farsi rappresentare.

In caso di esito negativo, anche su uno specifico elemento di barriera, è necessario eseguire ulteriori prelievi da sottoporre a prove. Per quell'elemento negativo oggetto di controllo, il numero dei prelievi da effettuare deve essere almeno il doppio di quelli oggetto del controllo Tabella A. Sarà onere dell'Aggiudicatario la fornitura di detti campioni e delle nuove prove da eseguir senza che lo stesso possa avanzare alcuna riserva o richiesta di rimborso. Il materiale sarà accettato, su tale nuovi prelievi, qualora il numero delle prove con esito positivo risulti maggiore del 70% del totale delle prove aggiuntive eseguite. In caso di esito negativo l'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire, a sue spese, tutti gli elementi non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste. Sui nuovi elementi in sostituzione il Direttore dei Lavori della posa in opera si riserva di eseguire ulteriori verifiche e prove come sopra indicate, a cura e spese dell'Aggiudicatario.

Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, non concorrano a compromettere le prestazioni della barriera di sicurezza e comunque non superiore al 20% di spessore in meno, si procederà all'applicazione di una sanzione corrispondente ad una riduzione percentuale del prezzo contrattuale del materiale che ha presentato irregolarità pari alla percentuale di spessore mancante rispetto al valore prescritto. Oltre il 20% di spessore di protezione anticorrosiva in meno, come indicato al punto precedente, l'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese i materiali non conformi con altri che rispondano alle caratteristiche richieste.

In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente ritirati e smaltiti a cura e spese dell'Aggiudicatario.

Le sanzioni conseguenti ad eventuali esiti negativi dei controlli e le non conformità sono riportate nei successivi capitoli.

Alla fine di tutti i controlli verranno emessi e sottoscritti dalle parti interessate appositi verbali in duplice copia.



L'Appaltatore, in attesa dei risultati delle prove sui materiali, potrà procedere alla posa in opera del materiale stesso con apposito OdS da parte del Direttore dei Lavori.

Le prove di qualifica eseguite in integrazione alla Marcatura CE, nonché le prove di collaudo o verifica eseguite sui materiali o sui singoli componenti dei dispositivi di ritenuta stradale, dovranno essere effettuate da laboratori accreditati secondo la Norma ISO 17025 da Ente ACCREDIA, da Enti equivalenti europei affiliati all'associazione degli organismi di accreditamento europei EA (<http://www.european-accreditation.org>).

#### **Controllo di qualità della bulloneria**

Va eseguito un controllo per ogni partita di materiale arrivata in cantiere e comunque per ogni 5.000 kg di acciaio da bulloneria messo in opera, o frazione di 5.000 kg, con un minimo di almeno n. 2 controlli per cantiere. La classe della bulloneria, i valori di resistenza, di deformazione e di durabilità richiesti in C.S.A. devono preventivamente essere oggetto di garanzia da parte del produttore (dichiarazione in originale). Ogni controllo consiste nel prelievo di almeno 5 bulloni/dadi per tipo da prelevare in maniera casuale dai vari contenitori in arrivo sul cantiere. Vanno effettuate sui bulloni sempre le prove di trazione a snervamento e a rottura, l'allungamento percentuale e le prove di resilienza, ricavandone la classe. Per quanto riguarda le proprietà chimiche dell'acciaio per bulloneria (bulloni e dadi), andrà eseguita una verifica ogni 10.000 kg totali di acciaio posato, o frazione di 10.000 kg, con un minimo di n. 2 verifiche per cantiere, verifiche che saranno estese ad ogni singolo bullone/dado come sopra prelevato. Le caratteristiche meccaniche e chimiche dell'acciaio dovranno soddisfare quanto previsto dal certificato di marcatura CE del prodotto.

#### **Controllo di qualità della zincatura**

Oltre alle prove di resistenza strutturale, potranno essere previste anche le seguenti prove sui materiali:

- determinazione della quantità di zinco per metro quadrato;
- determinazione dell'uniformità dello zinco;
- prova di corrosione in camera a nebbia salina;
- determinazione della qualità dello zinco;

Tutti gli elementi metallici costituenti la barriera e i suoi accessori dovranno trovare piena corrispondenza con quanto dichiarato nel certificato di marcatura CE.

## 6. MODALITÀ DI ESECUZIONE

Il montaggio in opera di tutte le strutture che costituiscono ciascun manufatto del dispositivo di sicurezza sarà effettuato in conformità a quanto previsto nelle informazioni tecniche e geometriche riportate nel Rapporto di Prova, negli elaborati progettuali e, soprattutto, nel manuale di installazione.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato nei tempi e nei modi concordati con la Direzione Lavori.

Dopo l'installazione dei dispositivi di sicurezza ritenuta stradale, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni, dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

Le azioni di verifica e di controllo da parte della amministrazione sono quelle riportate in tabella 25.

Tabella 25: Azioni di verifica durante la posa in opera di barriere di sicurezza stradali.

Fasi di lavoro	Azioni di verifica
Posa in opera	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Verificare la configurazione dell'installazione del dispositivo rispetto a quella indicata negli elaborati progettuali e nei Rapporti di Prova;</li> <li>✓ Verificare il corretto posizionamento del dispositivo rispetto il ciglio stradale e/o linea di mezzzeria e secondo le altezze riportate nei Rapporti di Prova;</li> <li>✓ Verificare il serraggio dei bulloni.</li> </ul> <p>È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questa venga controllata con chiave dinamometrica, la cui taratura con l'eventuale moltiplicatore dovrà risultare da certificato rilasciato da Laboratorio idoneo.</p> <p>Per i controlli sarà comunque utilizzata una chiave dinamometrica con certificato di taratura. L'Appaltatore dovrà effettuare, alla presenza della Direzione Lavori, delle verifiche sulla coppia di serraggio. Tali coppie sono indicate nei rapporti di prova e/o Manuali di installazione.</p> <p>La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei bulloni posti in opera, per ciascuna tipologia.</p> <p>La scelta dei bulloni, oggetto di controllo, sarà a totale discrezione della Direzione Lavori.</p> <p>E' opportuno evitare di eseguire i controlli durante le ore più calde (o più fredde) della giornata che potrebbero indurre delle riduzioni apparenti, dovute a fenomeni termici, dell'ordine del <math>\pm 5\%</math>.</p> <p>Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo che segue:          Nel caso la verifica del serraggio dei bulloni non dia esito positivo, si dovrà procedere nel modo come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– nel caso di un bullone non soddisfi i valori di serraggio, verranno controllati anche i valori di</li> </ul>

<p>Sostituzione totale o parziale di barriera esistente</p>	<p>serraggio dell'intero elemento. Nel caso questi soddisfino i valori, verrà accettato il serraggio;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– in caso contrario, se un secondo bullone non soddisfa i valori di serraggio, le verifiche verranno estese a 2 elementi adiacenti. Nel caso questi soddisfino i valori, il serraggio verrà ritenuto idoneo;</li> <li>– in caso contrario, se un terzo bullone non soddisfa i suddetti valori, sarà necessario il serraggio completo di tutto il tratto in esame.</li> </ul> <p>✓ Verifica di resistenza dei tirafondi a discrezione della D.L.</p> <p>La frequenza di prova, sarà almeno al 20% del numero totale dei tirafondi posti in opera, per ciascuna tipologia.</p> <p>Nel caso la verifica di resistenza dei tirafondi non dia esito positivo, la D.L. deciderà le modalità di ripristino.</p> <p>✓ Misurare lo spessore dei materiali;</p> <p>✓ Controllare la presenza dell'esatto spazio a tergo della barriera per il perfetto funzionamento in caso di urto della barriera stessa.</p> <p>✓ Procedere alla distribuzione, lungo il tratto interessato, degli elementi componenti la barriera. I nastri saranno sovrapposti a terra lungo la linea delineata in precedenza. Si precisa che alla fine del montaggio i nastri dovranno risultare concordi al senso di marcia, ovvero in modo che le sporgenze dovute alle sovrapposizioni, non siano orientate verso il traffico sopraggiungente.</p> <p>✓ Verificare frequentemente: l'allineamento planimetrico ed altimetrico dei pali, la verticalità e la distanza tra gli stessi, nonché la loro distanza dal bordo scarpata tenendo conto delle misure e delle tolleranze contenute nel disegno esecutivo.</p> <p>✓ Lo smontaggio degli elementi (lame, montanti, ecc.) dovrà essere effettuato con cura, senza causare rotture o danni, riducendo al minimo le interferenze ai flussi di traffico della viabilità interessata;</p> <p>✓ Verificare che le banchine in terra, le cunette e i cordoli in calcestruzzo, siano perfettamente ripristinate dall'impresa.</p>
---	--

**Corretta posa in opera**

Per certificare le azioni di verifica di cui alla tabella 25, dovrà essere redatto il Certificato di corretta posa in opera, ai sensi dell'art. 5 delle Istruzioni Tecniche del D.M. n. 2367 del 21 giugno 2004, a seguito di una verifica in contraddittorio da parte della ditta installatrice, nella persona del suo Responsabile Tecnico, e dal committente, nella persona del Direttore Lavori.

A conclusione dei lavori di posa in opera della barriera, il tecnico responsabile dell'installazione mediante l'utilizzo degli strumenti di misura controlla i seguenti elementi necessari a decretare la conformità del manufatto assemblato:

- Rispondenza dell'installazione con i disegni applicativi di riferimento.
- Rispondenza delle misure basilari a quanto prescritto nelle tavole di riferimento: interasse dei pali, profondità d'infissione e altezza del bordo superiore del nastro.
- Lunghezza del manufatto installato ed allineamento del tratto o dei tratti secondo quanto prescritto nei disegni esecutivi ed in funzione dell'andamento planimetrico ed altimetrico della strada.
- Verifica preliminare dell'avvenuto serraggio dei bulloni d'unione secondo norma.
- Applicazione di tutte le norme di sicurezza previste ed applicabili.

Nella posa in opera delle barriere saranno osservate le seguenti prescrizioni.

In generale, la barriera sarà posizionata in modo che il filo dell'onda superiore del nastro cada sul limite della pavimentazione stradale e l'altezza del bordo superiore sia arretrata rispetto all'onda inferiore, comunque in accordo con le indicazioni della Direzione Lavori.

I nastri saranno collegati tra loro ed ai sostegni mediante bulloni con esclusione di saldature ed il collegamento tra i nastri sarà fatto tenendo conto del senso di marcia, in maniera che ogni elemento sia sovrapposto al successivo per evitare risalti contro la direzione del traffico; sul bordo superiore dei nastri saranno applicati gli elementi rifrangenti. Se del caso, nei tratti stradali in curva con raggio inferiore a 50m saranno impiegati nastri appositamente piegati con raggio uguale a quello della curva. Ciascuna installazione sarà provvista di appositi raccordi terminali e di adeguati elementi di raccordo tra barriere di diverso tipo, e di cuspidi, ove necessario.

I sostegni delle barriere, per le sedi stradali, saranno infissi con idonea attrezzatura vibrante od a percussione fino alla profondità necessaria prevista dal Progetto di Dettaglio in relazione alla tipologia di barriera impiegata, avendo cura di non deformare la testa del sostegno ed ottenere l'assoluta verticalità finale. In caso di carenza di vincolo od altre particolari situazioni, la Direzione Lavori potrà richiedere l'adozione di particolari opere od accorgimenti di rinforzo, senza alcun ulteriore compenso. Dopo l'infissione le cavità eventualmente formatesi alla base dei sostegni secondo la natura della sede dovranno essere riempite con materiale inerte costipato o bitumato, e dovranno essere risistemate le banchine manomesse.

Sono a carico dell'Impresa le eventuali riprese di allineamento e rimessa in quota delle barriere per il periodo sino al collaudo ancorché ciò dipenda da limitati cedimenti della sede stradale e la ripresa possa essere eseguita operando sulle tolleranze dei fori di collegamento. La barriera da installare sui rilevati dovrà avere un ingombro tale che la proiezione del nastro cada in corrispondenza del ciglio asfaltato: è ammesso

l'arretramento della barriera di sicurezza dal suddetto ciglio, su indicazione della Direzione Lavori, purché i montanti della stessa siano idoneamente ammorsati nel rilevato e garantiscano gli indici di severità previsti. Lungo i cordoli ed i marciapiedi degli impalcati dei viadotti e sul bordo delle opere d'arte, le barriere, le reti ed i parapetti dovranno essere montate in modo da permettere la regolare percorribilità delle carreggiate, tenendo conto degli spazi utili a disposizione per la contemporanea presenza delle altre opere d'arredo (punti luce, barriere antirumore, segnaletica verticale) ove previsto; il montaggio in presenza di tali manufatti, ed eventualmente in fasi successive e tempi diversi non autorizzano l'Impresa ad alcuna richiesta di compensi, né ad accampare pretese di sorta. E' onere dell'Impresa la movimentazione, gli adeguamenti necessari ed il riposizionamento di quanto interferente con la posa dei materiali. In particolare, durante la fase di infissione dei montanti, l'Impresa dovrà prestare particolare attenzione alla presenza di servizi, cavidotti, a tutte le opere predisposte per lo smaltimento delle acque (embrici, canalette, tubazioni, ecc.), e quant'altro interferente con i lavori; l'onere per la localizzazione di tali interferenze, e per l'eventuale ripristino delle stesse nel caso di danneggiamento, è a carico dell'Impresa. I montanti con piastra saldata alla base verranno fissati alle opere in calcestruzzo per mezzo di idonei tirafondi inghisati nei fori mediante resine epossidiche bicomponenti, o con altri prodotti come da marcatura CE e comunque da sottoporre preventivamente al benestare della Direzione Lavori. Le stazioni appaltanti, oltre alla documentazione di cui sopra, acquisiscono in originale o in copia conforme i rapporti delle prove al vero, effettuate su prototipi rappresentativi del dispositivo di ritenuta stradale considerato ai sensi della serie di norme UNI EN 1317, e le modalità di esecuzione delle prove stesse, comprensivi della verifica dei materiali costituenti il prodotto con cui il dispositivo medesimo è stato sottoposto a prova ai sensi di quanto previsto dalla norma UNI EN 1317-5.

**A fine lavori l'Impresa installatrice rilascerà il certificato di corretta posa in opera, ai sensi dell'art. 5 del DM 21 giugno 2004 ("Conformità dei dispositivi di ritenuta nelle costruzioni stradali e loro installazione").**

**Analogamente, il produttore della barriera rilascerà il certificato di corretto montaggio ed installazione, ai sensi del art. 79 comma 17 D.P.R. 207/2010 ("Per i lavori della categoria OS 12-A, ai fini del collaudo, l'esecutore presenta una certificazione del produttore dei beni oggetto della categoria attestante il corretto montaggio e la corretta installazione degli stessi").**

## **7. MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE**

L'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite, con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché

con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera, ovvero la lavorazione interessata.

Tali disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e da tradurre, almeno in duplice copia, su idoneo supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori, per il necessario e preventivo controllo e verifica da effettuare sulla base delle misurazioni, svolte durante l'esecuzione dei lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore.

La suddetta documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori (SAL) e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Si precisa che:

- I lavori compensati “a misura” saranno liquidati secondo le misure geometriche (ovvero a numero), così come rilevate dalla Direzione Lavori, in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori;
- I lavori da compensare “a corpo”, invece, saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche (ovvero a numero), rilevate dalla Direzione Lavori in contraddittorio con l'Appaltatore, che verranno confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto.

Per quanto riguarda la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e l'emissione delle relative rate d'acconto, il corrispettivo da accreditare nei SAL è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d'opera.

All'avvenuto completamento di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione, redatto in contraddittorio con l'Appaltatore, la Direzione Lavori provvederà al pagamento del residuo con le suddette modalità, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d'opera.

Resta stabilito che, nelle voci di Elenco Prezzi, sono compresi e compensati i dispositivi rifrangenti, accessori e bulloneria varia.

Per le barriere che necessitano di fondazione, sono compresi anche l'onere della formazione dei fori nelle opere di fondazione e del fissaggio dei sostegni con resina per carichi strutturali, marcata CE secondo la Norma Europea ETA, in alternativa con malta cementizia.

Ai fini della contabilità, i costi dei terminali semplici saranno compensati a ml con gli stessi prezzi contrattuali delle barriere stradali.

Nel caso di smontaggio e rimozione di barriera esistente, il materiale rimosso resta di proprietà dell'Aggiudicatario, nel caso in cui la Direzione Lavori non ne richieda il reimpiego.

Infine rimane a cura e spese dell'Aggiudicatario:

- il carico e l'eventuale trasporto e smaltimento in discarica autorizzata;
- il trasporto fino al magazzino/deposito CAS nel caso di riutilizzo da parte del CAS.

## 8. NON CONFORMITÀ E SANZIONI

In caso di esito negativo delle prove di accettazione dei materiali, di cui al paragrafo 19.2, la partita sarà ritenuta non conforme e la D.L. procederà come in tabella 26.

Tabella 26: Azioni sulla non conformità.

Non Conformità	Azioni
Per irregolarità relative alla qualità dei materiali non conformi con altri che rispondano degli elementi (spessori, dimensioni, ecc.) e alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali quanto altro possa concorrere, anche in modo stabiliti.	L'aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese materiali e alle caratteristiche geometriche i materiali non conformi con altri che rispondano degli elementi (spessori, dimensioni, ecc.) e alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali quanto altro possa concorrere, anche in modo stabiliti.
parziale, a compromettere la resistenza strutturale.	
Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non applicata una sanzione economica così ripartita: concorrono a compromettere le prestazioni dei dispositivi di ritenuta, minore al 20% di spessore in meno ad esclusione delle tolleranze riportate nei manuali di installazione del dispositivo	Il materiale sarà accettato dalla D.L. ma verrà ✓ dal 0,1% al 5,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 2.5% dell'intera FpO; ✓ dal 5,1% al 10,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 5% dell'intera FpO; ✓ dal 10,1% al 15,0% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 7.5% dell'intera FpO; ✓ dal 15,1% al 19,9% in meno di protezione anticorrosiva, una sanzione pari al 10% dell'intera FpO.
Per irregolarità relative allo spessore delle protezioni anticorrosive che, comunque, non i materiali non conformi con altri che rispondano concorrono a compromettere le prestazioni alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali dei dispositivi di ritenuta, uguale o superiore stabiliti.	L'Aggiudicatario sarà tenuto a sostituire a sue spese protezioni anticorrosive che, comunque, non i materiali non conformi con altri che rispondano concorrono a compromettere le prestazioni alle caratteristiche richieste, nei tempi contrattuali dei dispositivi di ritenuta, uguale o superiore stabiliti.
al 20% di spessore in meno.	
Per irregolarità di corretta installazione dei dispositivi di ritenuta rispetto alle indicazioni	L'Aggiudicatario, a sua cura e spese, dovrà reinstallarli, avendo cura di ripristinare lo stato dei

del progetto del PSS e del Manuale di luoghi, per una nuova e corretta installazione a Installazione perfetta regola d'arte, nei tempi contrattuali stabiliti.
---

In ogni caso, i materiali rifiutati dovranno essere immediatamente allontanati dal sito di stoccaggio e riciclati o smaltiti a cura e spese dell'Aggiudicatario.

## **9. COLLAUDO**

Il Collaudatore, alla fine dei lavori di realizzazione delle opere, dovrà procedere al collaudo dei dispositivi di ritenuta, allo scopo di accertarne la rispondenza alle indicazioni progettuali. Dovrà essere messa a disposizione del Collaudatore, tutta la documentazione tecnica, amministrativa e contabile.

Le prove richieste dal Collaudatore saranno a carico dell'Appaltatore.

Nel dettaglio, il collaudatore potrà effettuare:

- Verifica delle caratteristiche geometriche e dimensionali sia del dispositivo sia del supporto
- Verifica delle caratteristiche dei materiali;
- Verifica del corretto serraggio di tirafondi, bulloni e manicotti.

Qualora caratteristiche dell'opera realizzata non rispondano alle specifiche di progetto, l'opera dovrà essere adeguata e resa conforme alle specifiche progettuali, secondo le prescrizioni del Collaudatore. Il Collaudatore, dopo aver concluso le suddette attività e verificato il rispetto di quanto eventualmente richiesto, provvederà quindi al rilascio del relativo Certificato di collaudo.



## **RIPRISTINO DI PONTI E VIADOTTI IN CA**

### **10. RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI**

#### **GENERALITÀ**

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti il ripristino di elementi strutturali in c.a. e c.a.p. con particolare riferimento all'intradosso delle travi da ponte.

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei conglomerati cementizi è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati.

Il ripristino di tali strutture degradate o l'adeguamento degli elementi in conglomerato cementizio dovrà garantire comunque, sia la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino, sia la resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio.

Si specifica che, qualora nelle fasi di risanamento del martello descritte nella presente sezione dovessero palesarsi delle cavità non individuate nella fase di indagine preliminare al progetto queste saranno in ogni caso trattate e risanate secondo le procedure previste nella specifica sezione “RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI IN PRESENZA DI CAVITÀ E RELATIVA INIEZIONE DELLE STESSE”.

Nei paragrafi seguenti vengono definiti i materiali, con i loro requisiti e prestazioni, da applicare secondo le tecniche indicate.

#### **MATERIALI**

##### **Malte tissotropiche da ripristino**

Voce di elenco prezzi:

B.09.220.2 – Tixotropica fibrorinforzata con fibre inorganiche

Per il ripristino si utilizzerà una malta tissotropica, a ritiro compensato e a presa normale, per elevate prevalenze o lunghe distanze, a base cementizia, composta da leganti idraulici resistente ai solfati, aggregati selezionati, fibre sintetiche in poliacrilonitrile, inibitore di corrosione organico, speciali additivi espansivi e ritentori d'acqua per la ricostruzione di strutture degradate in calcestruzzo. La malta dovrà essere addizionata con opportuno additivo anti ritiro (SRA) per consentire la corretta espansione all'aria del materiale. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando il calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere un sottofondo solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido. Il prodotto dovrà essere applicato su sottofondo pulito e saturo di acqua, a spruzzo

con pompa intonacatrice, in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato. Spessori superiori a 3 cm devono essere eseguiti solo dopo aver posizionato dei ferri di contrasto avendo cura di applicare un copriferro di almeno 2 cm.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 3 per le malte strutturali di classe R4. In particolare:

<b>Caratteristiche prestazionali essenziali</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori di riferimento per la malta di classe R4</b>
Resistenza a compressione	EN 12190	$\geq 45$ MPa
Contenuto di ioni cloruro	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$
Legame di aderenza	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Durabilità – resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ cls di controllo
Durabilità, compatibilità termale, gelo-disgelo.	EN 13687-1	Forza di legame $\geq 2$ MPa dopo 50 cicli
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 20$ MPa
Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	$\leq 0,5$ kgm <sup>2</sup> h-0,5

In aggiunta alle caratteristiche prestazionali essenziali sopra elencate, la malta R4 deve rispettare le ulteriori prescrizioni progettuali:

<b>Prestazioni aggiuntive</b>	<b>Metodo di prova</b>	<b>Valori di riferimento</b>
Resistenza alla flessione	EN 196-1	$\geq 7$ MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre in acciaio	RILEM – CEB – FIB RC6 -78	$\geq 25$ MPa
Risultato all'O-ring test	-	Nessuna fessurazione dopo 180 giorni
Espansione contrastata all'aria	UNI 8147 mod	$\geq 400$ $\mu$ m/m
Resistenza al fuoco	EN 13501-1	Classe A1

note:

- Si definiscono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento. Le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica.
- Le fibre sintetiche poliacriliche contribuiscono a contrastare la fessurazione dei materiali cementizi conseguente al ritiro plastico.

Controlli di accettazione in cantiere:

<b>Caratteristica</b>		<b>Norma riferimento</b>	<b>Frequenza prova o</b>	<b>Esecuzione controllo</b>	<b>Limiti EN 1504 - 3</b>
-----------------------	--	--------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------

			osservazione		Valore di atteso Frequenza di prelievo
<b>Accettazione della malta da riparazione in cantiere</b>					
Identità dei prodotti applicati	Verifica della certificazione e delle prove qualifica. Schede tecniche e DOP	EN 1504 -3	Al momento della qualifica del fornitore	SI	Nessun valore prescritto , salvo la dichiarazione del produttore
<b>Verifica delle condizioni ambientali e requisiti prima e/o durante l'applicazione</b>					
Temperatura ambiente	Termometro accuratezza 1°C		Per tutta la durata dell'applicazione	A discrezione Da indicarsi nei PCQ	Assenti
Precipitazioni	Ispezione visiva		Quotidiana	A discrezione Da indicarsi nei PCQ	Assenti

Verifica delle condizioni del sottofondo , requisiti della malta prima e dopo l'applicazione					
Saturazione del sottofondo	Visiva		Quotidiana prima di Iniziare l'intervento di risanamento	SI	Assente
Massa volumica dell'impasto fresco	In laboratorio ed in sito		A discrezione della Direzione Lavori	SI	Assente In laboratorio con frequenza decisa dal direttore lavori
Resistenza a compressione a 7 e 28gg	In laboratorio su prismi 4x4x16	UNI EN 12190	A discrezione del Direttore lavori	SI	Secondo quanto previsto dalla EN 1504-3 per le malte di classe IV. Comunque valori $\geq a$

					quanto definito nel progetto
Resistenza a flessione a 28gg	In laboratorio su terna Prismi 4x4x16cm per malte	EN 196/1	Sugli stessi prismi che verranno testati a compressione	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta	Assente Non previsto dalla EN 1504 - 3 e quindi a discrezione della Direzione lavori
Aderenza in sito	Trazione diretta	EN 1542	Ogni 500m2 o con frequenza decisa dal direttore lavori	SI	$\geq 1,2\text{MPa}$ in sito ; In laboratorio secondo la 1766 ( supporto MC 0,40 ) $\geq 2 \text{ MPa}$ previsto per la classe IV

**Acciaio in barre da c.a.**

Si utilizzerà acciaio in barre da Cemento Armato del tipo B450C secondo quanto specificato in “Capitolato Speciale d’Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Calcestruzzi E Acciai Per CA e CAP”.

**FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI****Generalità**

La tecnica di intervento per il ripristino dell'intradosso delle travi può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- scalpellatura meccanica, idroscarifica o scarifica meccanica dell'intradosso travi;
- rimozione di eventuali ferri di armatura disposti erroneamente all'esterno delle staffe trasversali;
- risagomatura e pulizia delle armature esistenti se necessaria;
- posa di nuove barre di armatura longitudinale, in quantitativo e diametro equivalente a quelle rimosse, da disporre all'interno delle armature trasversali;
- preparazione delle superfici da ripristinare;
- applicazione del materiale di ripristino;
- finitura superficiale
- stagionatura.

**Scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi**

L'asportazione del calcestruzzo all'intradosso delle travi fino a rinvenimento totale delle armature longitudinali e trasversali e comunque per uno spessore di almeno 5 cm, necessario ad asportare tutto il calcestruzzo ammalorato, avverrà preferibilmente mediante idroscarifica o in alternativa con scalpellatura o scarifica meccanica, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti.

Nel caso di idroscarifica dovranno usarsi pressioni del getto d'acqua maggiori a 400 Bar e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità non inferiore a 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato.

Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento e armatura per gli spessori > 30 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico. E' necessario quindi prevedere un'armatura di contrasto per spessori > ai 30 mm.

**Trattamento ferri d'armatura**

I ferri di armatura ordinaria del calcestruzzo armato messi a nudo in fase di esportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere eventualmente risagomati e accuratamente puliti, mediante sabbiatura, rimuovendo qualsiasi traccia di ruggine.

Nel caso in cui gli interventi di ripristino siano locali e non generalizzati è opportuno applicare sulle barre di armatura esistenti, opportunamente pulite, una malta cementizia anticorrosiva rispondente alla 1504-7. Il prodotto passivante dovrà possedere un pH superiore a 12 per garantire la passivazione dell'armatura e dovrà essere applicato a pennello in due mani per uno spessore minimo di 2 mm. Lo stesso trattamento può essere evitato nel caso in cui trattamento di ripristino sia generalizzato e purché sulla superficie ripristinata sia poi applicato un protettivo superficiale elastomerico cementizio.

Il prodotto passivante dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 7. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per il passivante
Adesione al supporto	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio	EN 15184	Carico pari almeno all'80% del carico determinato su armatura non rivestita
Resistenza alla corrosione	EN 15183	Dopo la serie dei cicli le barre d'acciaio rivestite devono essere esenti da corrosione. La penetrazione della ruggine all'estremità della piastra d'acciaio privadi rivestimento deve essere < 1 mm

**Posizionamento di armature aggiuntive e trattamento delle barre di armatura esistente**

Elenco Prezzi: B.09.020.2 – Passivazione dei ferri di armatura

Qualora sia necessario aggiungere delle armature a ripristino di quelle esistenti in avanzato stato di degrado o posizionate erroneamente all'esterno delle staffe trasversali, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto.

Si utilizzeranno barre di acciaio tipo B450C.

Le barre longitudinali da reintegrare all'intradosso delle travi saranno riposizionate correttamente all'interno delle staffe trasversali.

Dovrà essere comunque garantito un copriferro netto di almeno 20 mm, ottenibile o mediante corretta risagomatura/riposizionamento delle armature o con sovrasspessori rispetto all'originale.

**Preparazione delle superfici da ripristinare**

Elenco Prezzi: Idrolavaggio

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione della malta tixotropica è necessario effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale e dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare mediante idrolavaggio (circa 100 atm) le polveri e le parti incoerenti eventualmente ancora presenti, le tracce di grassi, oli ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo (condizione S.S.A.), comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato.

### **Messa in opera delle miscele di ripristino**

La messa in opera della malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, per elevate prevalenze o lunghe distanze, a base cementizia, composta da leganti idraulici resistente ai solfati, aggregati selezionati, fibre sintetiche in poliacrilonitrile, inibitore di corrosione organico, speciali additivi espansivi e ritentori d'acqua sarà eseguita a spruzzo, a mezzo di pompa intonacatrice, in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato.

Qualora gli spessori superino i 3 cm è necessario prevedere una rete metallica o di altro materiale per garantire il contrasto all'espansione della malta e la corretta aderenza di questa al supporto.

### **Finitura superficiale**

Dopo l'applicazione delle miscele di ripristino la superficie di intradosso del martello ed i risvolti dovranno essere regolarizzati al fine di ottenerne la planarità mediante tirata staggia.

Si procederà quindi a successiva fratazzatura dell'intradosso da eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

### **Stagionatura**

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento.

## **11. RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI**

### **GENERALITÀ**

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti il ripristino di elementi strutturali in c.a. e c.a.p. con particolare riferimento all'intradosso delle travi da ponte.

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei conglomerati cementizi è ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati.

Il ripristino di tali strutture degradate o l'adeguamento degli elementi in conglomerato cementizio dovrà garantire comunque, sia la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino, sia la resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio.

Si specifica che, qualora nelle fasi di risanamento del martello descritte nella presente sezione dovessero palesarsi delle cavità non individuate nella fase di indagine preliminare al progetto queste saranno in ogni caso trattate e risanate secondo le procedure previste nella specifica sezione “RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI IN PRESENZA DI CAVITÀ E RELATIVA INIEZIONE DELLE STESSE”.

Nei paragrafi seguenti vengono definiti i materiali, con i loro requisiti e prestazioni, da applicare secondo le tecniche indicate.

## MATERIALI

### Malte tissotropiche da ripristino

Voce di elenco prezzi:

B.09.220.2 – Tixotropica fibrorinforzata con fibre inorganiche

Per il ripristino si utilizzerà una malta tissotropica, a ritiro compensato e a presa normale, per elevate prevalenze o lunghe distanze, a base cementizia, composta da leganti idraulici resistente ai solfati, aggregati selezionati, fibre sintetiche in poliacrilonitrile, inibitore di corrosione organico, speciali additivi espansivi e ritentori d'acqua per la ricostruzione di strutture degradate in calcestruzzo. La malta dovrà essere addizionata con opportuno additivo anti ritiro (SRA) per consentire la corretta espansione all'aria del materiale. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando il calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere un sottofondo solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido. Il prodotto dovrà essere applicato su sottofondo pulito e saturo di acqua, a spruzzo con pompa intonacatrice, in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato. Spessori superiori a 3 cm devono essere eseguiti solo dopo aver posizionato dei ferri di contrasto avendo cura di applicare un copriferro di almeno 2 cm.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 3 per le malte strutturali di classe R4. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per la malta di classe R4
Resistenza a compressione	EN 12190	$\geq 45$ MPa
Contenuto di ioni cloruro	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$
Legame di aderenza	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Durabilità – resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ cls di controllo
Durabilità, compatibilità termale, gelo-disgelo.	EN 13687-1	Forza di legame $\geq 2$ MPa dopo 50 cicli
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 20$ MPa
Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	$\leq 0,5$ kgm <sup>2</sup> h-0,5

In aggiunta alle caratteristiche prestazionali essenziali sopra elencate, la malta R4 deve rispettare le ulteriori prescrizioni progettuali:

Prestazioni aggiuntive	Metodo di prova	Valori di riferimento
------------------------	-----------------	-----------------------



Resistenza alla flessione	EN 196-1	$\geq 7$ MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre in acciaio	RILEM – CEB – FIB RC6 -78	$\geq 25$ MPa
Risultato all'O-ring test	-	Nessuna fessurazione dopo 180 giorni
Espansione contrastata all'aria	UNI 8147 mod	$\geq 400$ $\mu\text{m/m}$
Resistenza al fuoco	EN 13501-1	Classe A1

note:

- Si definiscono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento. Le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica.
- Le fibre sintetiche poliacriliche contribuiscono a contrastare la fessurazione dei materiali cementizi conseguente al ritiro plastico.

Controlli di accettazione in cantiere:

Caratteristica		Norma riferimento	Frequenza prova o osservazione	Esecuzione controllo	Limiti EN 1504 - 3 Valore di atteso Frequenza di prelievo
<b>Accettazione della malta da riparazione in cantiere</b>					
Identità dei prodotti applicati	Verifica della certificazione e delle prove qualifica. Schede tecniche e DOP	EN 1504 -3	Al momento della qualifica del fornitore	SI	Nessun valore prescritto, salvo la dichiarazione del produttore
<b>Verifica delle condizioni ambientali e requisiti prima e/o durante l'applicazione</b>					
Temperatura ambiente	Termometro accuratezza 1°C		Per tutta la durata dell'applicazione	A discrezione Da indicarsi nei PCQ	Assenti
Precipitazioni	Ispezione visiva		Quotidiana	A discrezione Da indicarsi nei PCQ	Assenti

Verifica delle condizioni del sottofondo , requisiti della malta prima e dopo l'applicazione					
Saturazione del sottofondo	Visiva		Quotidiana prima di Iniziare l'intervento di risanamento	SI	Assente
Massa volumica dell'impasto fresco	In laboratorio ed in sito		A discrezione della Direzione Lavori	SI	Assente In laboratorio con frequenza decisa dal direttore lavori
Resistenza a compressione a 7 e 28gg	In laboratorio su prismi 4x4x16	UNI EN 12190	A discrezione del Direttore lavori	SI	Secondo quanto previsto dalla EN 1504-3 per le malte di classe IV. Comunque valori $\geq$ a quanto definito nel progetto
Resistenza a flessione a 28gg	In laboratorio su terna Prismi 4x4x16cm per malte	EN 196/1	Sugli stessi prismi che verranno testati a compressione	Solo per ripristino o consolidamento strutturale con malta	Assente Non previsto dalla EN 1504 - 3 e quindi a discrezione della Direzione lavori
Aderenza in sito	Trazione diretta	EN 1542	Ogni 500m2 o con frequenza decisa dal direttore lavori	SI	$\geq 1,2\text{MPa}$ in sito ; In laboratorio secondo la 1766 ( supporto MC 0,40 ) $\geq 2 \text{ MPa}$ previsto per la classe IV

**Acciaio in barre da c.a.**

Si utilizzerà acciaio in barre da Cemento Armato del tipo B450C secondo quanto specificato in “Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Calcestruzzi E Acciai Per CA e CAP”.

## **FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI**

### **Generalità**

La tecnica di intervento per il ripristino dell'intradosso delle travi può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- scalpellatura meccanica, idroscarifica o scarifica meccanica dell'intradosso travi;
- rimozione di eventuali ferri di armatura disposti erroneamente all'esterno delle staffe trasversali;
- risagomatura e pulizia delle armature esistenti se necessaria;
- posa di nuove barre di armatura longitudinale, in quantitativo e diametro equivalente a quelle rimosse, da disporre all'interno delle armature trasversali;
- preparazione delle superfici da ripristinare;
- applicazione del materiale di ripristino;
- finitura superficiale
- stagionatura.

### **Scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi**

L'asportazione del calcestruzzo all'intradosso delle travi fino a rinvenimento totale delle armature longitudinali e trasversali e comunque per uno spessore di almeno 5 cm, necessario ad asportare tutto il calcestruzzo ammalorato, avverrà preferibilmente mediante idroscarifica o in alternativa con scalpellatura o scarifica meccanica, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti.

Nel caso di idroscarifica dovranno usarsi pressioni del getto d'acqua maggiori a 400 Bar e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità non inferiore a 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato.

Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento e armatura per gli spessori > 30 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico. E' necessario quindi prevedere un'armatura di contrasto per spessori > ai 30 mm.

**Trattamento ferri d'armatura**

I ferri di armatura ordinaria del calcestruzzo armato messi a nudo in fase di esportazione del conglomerato cementizio ammalorato dovranno essere eventualmente risagomati e accuratamente puliti, mediante sabbiatura, rimuovendo qualsiasi traccia di ruggine.

Nel caso in cui gli interventi di ripristino siano locali e non generalizzati è opportuno applicare sulle barre di armatura esistenti, opportunamente pulite, una malta cementizia anticorrosiva rispondente alla 1504-7. Il prodotto passivante dovrà possedere un pH superiore a 12 per garantire la passivazione dell'armatura e dovrà essere applicato a pennello in due mani per uno spessore minimo di 2 mm. Lo stesso trattamento può essere evitato nel caso in cui trattamento di ripristino sia generalizzato e purché sulla superficie ripristinata sia poi applicato un protettivo superficiale elastomerico cementizio.

Il prodotto passivante dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 7. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per il passivante
Adesione al supporto	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio	EN 15184	Carico pari almeno all'80% del carico determinato su armatura non rivestita
Resistenza alla corrosione	EN 15183	Dopo la serie dei cicli le barre d'acciaio rivestite devono essere esenti da corrosione. La penetrazione della ruggine all'estremità della piastra d'acciaio privi di rivestimento deve essere < 1 mm

**Posizionamento di armature aggiuntive e trattamento delle barre di armatura esistente**

Elenco Prezzi: B.09.020.2 – Passivazione dei ferri di armatura

Qualora sia necessario aggiungere delle armature a ripristino di quelle esistenti in avanzato stato di degrado o posizionate erroneamente all'esterno delle staffe trasversali, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto.

Si utilizzeranno barre di acciaio tipo B450C.

Le barre longitudinali da reintegrare all'intradosso delle travi saranno riposizionate correttamente all'interno delle staffe trasversali.

Dovrà essere comunque garantito un copriferro netto di almeno 20 mm, ottenibile o mediante corretta risagomatura/riposizionamento delle armature o con sovrasspessori rispetto all'originale.

### **Preparazione delle superfici da ripristinare**

Elenco Prezzi: Idrolavaggio

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione della malta tixtropica è necessario effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale e dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare mediante idrolavaggio (circa 100 atm) le polveri e le parti incoerenti eventualmente ancora presenti, le tracce di grassi, oli ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto.

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo (condizione S.S.A.), comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato.

### **Messa in opera delle miscele di ripristino**

La messa in opera della malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, per elevate prevalenze o lunghe distanze, a base cementizia, composta da leganti idraulici resistente ai solfati, aggregati selezionati, fibre sintetiche in poliacrilonitrile, inibitore di corrosione organico, speciali additivi espansivi e ritentori d'acqua sarà eseguita a spruzzo, a mezzo di pompa intonacatrice, in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato.

Qualora gli spessori superino i 3 cm è necessario prevedere una rete metallica o di altro materiale per garantire il contrasto all'espansione della malta e la corretta aderenza di questa al supporto.

### **Finitura superficiale**

Dopo l'applicazione delle miscele di ripristino la superficie di intradosso del martello ed i risvolti dovranno essere regolarizzati al fine di ottenerne la planarità mediante tirata staggia.

Si procederà quindi a successiva fratazzatura dell'intradosso da eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

### **Stagionatura**

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Ultimate le operazioni di finitura superficiale si procederà quindi ad accurata stagionatura della malta mediante applicazione di acqua nebulizzata per almeno 24 ore dopo l'applicazione.

## **12. RISANAMENTO DELL'INTRADOSSO TRAVI IN PRESENZA DI CAVITÀ E RELATIVA INIEZIONE DELLE STESSE**

### **GENERALITÀ**

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti il ripristino di elementi strutturali in c.a. e c.a.p., con particolare riferimento all'intradosso delle travi da ponte, in presenza di cavità nel calcestruzzo che siano aperte e visibili, oppure occulte o che si manifestino successivamente durante le fasi di lavorazione.

Si terrà presente, in linea generale, che scopo del ripristino dei conglomerati cementizi con fenomeni di degrado superficiale e/o in presenza di cavità nella massa di calcestruzzo è di:

- ricreare la sagoma di progetto del manufatto in corrispondenza dei punti degradati;
- riempire le cavità;

ciò garantendo sia la monoliticità tra il vecchio calcestruzzo ed il materiale con cui viene eseguito il ripristino, sia la resistenza agli agenti aggressivi dell'ambiente d'esercizio.

Le indagini preliminari al progetto di ripristino hanno individuato le zone in cui si sono evidenziate delle cavità da risanare secondo le tecniche successivamente descritte.

Nel caso specifico le cavità si presentano generalmente nella parte inferiore del martello delle travi, tra i quarti della trave e la sezione di mezzeria, dove i cavi di precompressione si trovano nella posizione più bassa e tra loro raggruppati.

Con molta probabilità è stata proprio l'eccessiva mutua vicinanza delle guaine ad impedire che il calcestruzzo penetrasse tra le stesse; inoltre, l'effetto tappo prodotto dal gruppo di guaine posizionate in corrispondenza del raccordo anima-martello, unito probabilmente ad una non efficace vibrazione, ha impedito il regolare getto del calcestruzzo e conseguentemente la formazione di vuoti anche al disotto delle guaine.

In tal caso l'intradosso della trave si presenta apparentemente integro (salvo fenomeni di degrado superficiale riconducibili agli agenti atmosferici) ma in realtà è costituito da una sottile "crosta" di malta, ovvero della sola parte di fondo del getto che è riuscita in tali condizioni a raggiungere il fondo del cassero.

Nella fase di indagine precedente il progetto le cavità sono state individuate ed aperte mediante martellamento a mano dell'intradosso delle travi.

Nei paragrafi seguenti vengono definiti i materiali, con i loro requisiti e prestazioni, da applicare secondo le tecniche indicate.

**MATERIALI****Malte tissotropiche da ripristino**

Elenco Prezzi: B.09.220.2 – Tixotropica fibrorinforzata con fibre inorganiche

Per il ripristino si utilizzerà una malta tissotropica, a ritiro compensato e a presa normale, per elevate prevalenze o lunghe distanze, a base cementizia, composta da leganti idraulici resistente ai solfati, aggregati selezionati, fibre sintetiche in poliacrilonitrile, inibitore di corrosione organico, speciali additivi espansivi e ritentori d'acqua per la ricostruzione di strutture degradate in calcestruzzo. La malta dovrà essere addizionata con opportuno additivo anti ritiro (SRA) per consentire la corretta espansione all'aria del materiale. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando il calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere un sottofondo solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido. Il prodotto dovrà essere applicato su sottofondo pulito e saturo di acqua, a spruzzo con pompa intonacatrice, in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato. Spessori superiori a 3 cm devono essere eseguiti solo dopo aver posizionato dei ferri di contrasto avendo cura di applicare un copriferro di almeno 2 cm.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 3 per le malte strutturali di classe R4. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per la malta di classe R4
Resistenza a compressione	EN 12190	$\geq 45$ MPa
Contenuto di ioni cloruro	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$
Legame di aderenza	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Durabilità – resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ cls di controllo
Durabilità, compatibilità termale, gelo-disgelo.	EN 13687-1	Forza di legame $\geq 2$ MPa dopo 50 cicli
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 20$ MPa
Assorbimento capillare (permeabilità all'acqua)	EN 13057	$\leq 0,5$ kgm <sup>2</sup> h-0,5

In aggiunta alle caratteristiche prestazionali essenziali sopra elencate, la malta R4 deve rispettare le ulteriori prescrizioni progettuali:

Prestazioni aggiuntive	Metodo di prova	Valori di riferimento
Resistenza alla flessione	EN 196-1	$\geq 8$ MPa
Resistenza allo sfilamento delle barre in acciaio	RILEM – CEB – FIB RC6 -78	$\geq 25$ MPa
Risultato all'O-ring test	-	Nessuna fessurazione dopo 180 giorni
Espansione contrastata all'aria	UNI 8147 mod.	$\geq 400$ $\mu$ m/m
Resistenza al fuoco	EN 13501-1	Classe A1

note:

- Si definiscono a ritiro compensato malte, betoncini e calcestruzzi che compensano il ritiro igrometrico con una opportuna reazione espansiva nella fase iniziale dell'indurimento. Le azioni di espansione per il controllo del ritiro dovranno avvenire in fase di indurimento del materiale e non quando esso ha consistenza plastica.
- Le fibre sintetiche poliacriliche contribuiscono a contrastare la fessurazione dei materiali cementizi conseguente al ritiro plastico.

**Resine epossidiche e boiacche cementizie a bassa viscosità per iniezione di cavità**

Elenco Prezzi B.09.220.2 – Tixotropica fibrorinforzata con fibre inorganiche

Per il riempimento delle cavità del calcestruzzo o di vespai si eseguiranno iniezioni a bassa pressione di boiacca cementizia. La boiacca dovrà essere realizzata usando un legante ad alta resistenza ai solfati.

In alternativa, in funzione delle dimensioni delle cavità, o a completamento delle iniezioni con sistemi cementizi possono essere usate resine epossidiche superfluide esenti da solventi. La resina dovrà rispondere ai seguenti requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi richiesti dalla norma armonizzata UNI EN 1504-5.

In particolare:

	Metodo di prova	Valori di riferimento per le resine da iniezione
Adesione mediante forza di aderenza per trazione	EN 12618-2	Rottura coesiva del substrato
Ritiro volumetrico	EN 12617-2	≤ 3 %
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	≥ 40 ° C
Tempo di iniettabilità in mezzo asciutto	EN 1771	< 4 min per fessure da 0,1 mm < 8 min per fessure da 0,2 mm Trazione indiretta > 7 MPa
Tempo di iniettabilità in mezzo non asciutto	EN 1771	< 4 min per fessure da 0,1 mm < 8 min per fessure da 0,2 mm Trazione indiretta > 7 MPa
Sviluppo della resistenza a trazione a 10° dopo 72h	EN 1543	> 3 MPa
Durabilità, cicli termici e di bagnato asciutto	EN 12618-2	Rottura coesiva del substrato
Adesione mediante resistenza al taglio inclinato	EN 12618-3	Rottura monolitica

In aggiunta alle caratteristiche prestazionali essenziali sopra elencate, la resina di iniezione è opportuno rispetti le ulteriori prescrizioni progettuali:

Prestazioni aggiuntive	Metodo di prova	Valori di riferimento
------------------------	-----------------	-----------------------



Resistenza a trazione	EN ISO 527	$\geq 35 \text{ N/mm}^2$
Viscosità Brookfield	-	Valore consigliato 300-400 mPa s
Modulo elastico a trazione	EN ISO 527	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$

**Adesivo epossidico**

Elenco Prezzi: Adesivo epossidico)

Adesivo epossidico tissotropico per l'incollaggio di piastre esterne in acciaio per il rinforzo del calcestruzzo, mediante applicazione a spatola.. L'applicazione dell'adesivo dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando le parti friabili o in fase di distacco, sporco o vernici.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 4 per gli incollaggi strutturali, in particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per l'adesivo epossidico
Aderenza -pull out	EN 12188	La sollecitazione alla trazione creata dal giunto incollato in una prova a trazione diretta deve essere $\geq 14 \text{ N/mm}^2$ .
Aderenza - resistenza al taglio inclinato	EN 12188	La resistenza al taglio in compressione di prismi incollati obliquamente a varie angolatura $\alpha$ deve essere $>$ dei valori $\alpha_0$ sotto riportati in $\text{N/mm}^2$ : 50° 50 60° 60 70° 70
Durabilità del sistema composito: cicli di umidità	EN 13733	Il carico di taglio-compressione alla rottura dei provini di calcestruzzo indurito dopo i cicli di umidità non deve essere inferiore alla resistenza a trazione del calcestruzzo.
Modulo di elasticità a compressione	EN 13412	$\geq 2000 \text{ N/mm}^2$
Resistenza al taglio	EN 12188	$\geq 12 \text{ MPa}$
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$\geq 40 \text{ }^\circ\text{C}$
Coefficiente di espansione termica	EN 1770 (compreso fra $-25^\circ\text{C}$ e $+60^\circ\text{C}$ )	$\leq 100 \times 10^{-6}$ per K
Ritiro lineare	EN 12617-1	$\leq 0,1\%$
Adesione del calcestruzzo	EN 12636	Rottura nel calcestruzzo
Adesione del calcestruzzo a superficie satura asciutta	EN 12636	Rottura nel calcestruzzo

### **Acciaio in barre da CA**

Si utilizzerà acciaio in barre da Cemento Armato del tipo B450C secondo quanto specificato in “Capitolato Speciale d’Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Calcestruzzi E Acciai Per CA e CAP”.

## **FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI**

### **Generalità**

La tecnica di intervento per il ripristino dell'intradosso delle travi in presenza di cavità aperte può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi;
- rimozione manuale o con demolitore leggero delle porzioni ammalorate di calcestruzzo all'interno delle cavità;
- rimozione di eventuali ferri di armatura disposti erroneamente all'esterno delle staffe trasversali;
- risagomatura e spazzolatura delle armature esistenti e delle guaine dei cavi o trefoli;
- predisposizione dei fori per la successiva iniezione delle cavità;
- posa di nuove barre di armatura longitudinale, in quantitativo e diametro equivalente a quelle rimosse, da disporre all'interno delle armature trasversali;
- preparazione delle superfici da ripristinare;
- applicazione del materiale di ripristino per la ricostruzione dell'intradosso;
- finitura superficiale e stagionatura;
- iniezione delle cavità.

### **Scalpellatura meccanica o idrodemolizione dell'intradosso travi**

L'asportazione del calcestruzzo all'intradosso delle travi fino a rinvenimento totale delle armature longitudinali e trasversali e comunque per uno spessore necessario a rimuovere tutto il calcestruzzo ammalorato, avverrà preferibilmente mediante idroscarifica o in alternativa con scalpellatura o scarifica meccanica, adottando tutte le precauzioni necessarie ad evitare il danneggiamento delle strutture superstiti. Nel caso di idroscarifica dovranno usarsi pressioni del getto d'acqua maggiori a 400 Bar e portata compresa tra 100 e 300 l/min.

Tali macchine dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione Lavori ed essere corredate di sistemi di prerogolazione con comando a distanza e di sistemi sicurezza e protezione, che consentano il corretto funzionamento anche in presenza di traffico, nonché il controllo delle acque di scarico, la qualità delle quali dovrà essere conforme ai limiti della tabella "A" della legge 319/76.

La superficie del calcestruzzo di supporto dovrà risultare macroscopicamente ruvida (asperità non inferiore a 5 mm di profondità) allo scopo di ottenere la massima aderenza tra il nuovo ed il vecchio materiale.

Tale macro ruvidità è indispensabile affinché si realizzi il meccanismo dell'espansione contrastata che è alla base del funzionamento dei materiali a ritiro compensato.

Se i conglomerati a ritiro compensato venissero applicati in assenza di contrasto (ruvidità del supporto, confinamento e armatura per gli spessori > 30 mm), sarebbero destinati inevitabilmente a perdere aderenza con il supporto durante l'espansione iniziale ed ad avere fessure da ritiro igrometrico. E' necessario quindi prevedere un'armatura di contrasto per spessori > ai 30 mm.

#### 1.1.1 Trattamento ferri d'armatura, guaine e trefoli

I ferri di armatura ordinaria del cemento armato messi a nudo in fase di esportazione del conglomerato cementizio dovranno essere eventualmente risagomati ed accuratamente spazzolati rimuovendo qualsiasi traccia di corrosione.

Le guaine dei cavi di precompressione o trefoli che dovessero risultare eventualmente scoperti saranno anch'essi accuratamente spazzolati rimuovendo qualsiasi traccia di corrosione.

#### 1.1.2 Predisposizione dei fori per la successiva iniezione delle cavità

In corrispondenza di ciascuna cavità saranno predisposti almeno due fori di iniezione di cui almeno uno da disporre nella parte superiore della cavità e da utilizzare come foro di sfiato in fase di iniezione e di fuoriuscita del materiale a controllo dell'avvenuto riempimento.

#### 1.1.3 Posizionamento di armature aggiuntive

Qualora sia necessario aggiungere delle armature a ripristino di quelle esistenti in avanzato stato di degrado o posizionate erroneamente all'esterno delle staffe trasversali, queste verranno poste in opera prima della pulizia della superficie di supporto.

Si utilizzeranno barre di acciaio tipo B450C.

Le barre longitudinali da reintegrare all'intradosso delle travi saranno riposizionate correttamente all'interno delle staffe trasversali.

Dovrà essere comunque garantito un copriferro netto di almeno 20 mm, ottenibile o mediante corretta risagomatura/riposizionamento delle armature o con sovrasspessori rispetto all'originale.

#### 1.1.4 Preparazione delle superfici da ripristinare (NP 05 – Idrolavaggio)

Per avere la certezza che il supporto sia pulito al momento dell'applicazione della malta tixotropica è necessario effettuare la pulizia immediatamente prima dell'applicazione del materiale e dopo che tutte le altre operazioni di preparazione siano state ultimate.

Si dovranno pertanto asportare mediante idrolavaggio (circa 100 atm) le polveri e le parti incoerenti eventualmente ancora presenti, le tracce di grassi, oli ottenendo così una superficie composta da un conglomerato cementizio sano, pulito e compatto, condizione S.S.A.

L'operazione di pulizia con acqua in pressione, se eseguita immediatamente prima dell'applicazione del materiale, consente anche la saturazione del calcestruzzo, comunque necessaria per una corretta applicazione dei materiali a ritiro compensato.

#### **Messa in opera delle miscele di ripristino**

La messa in opera della malta tissotropica monocomponente, a ritiro compensato e a presa normale, per elevate prevalenze o lunghe distanze, a base cementizia, composta da leganti idraulici resistente ai solfati, aggregati selezionati, fibre sintetiche in poliacrilonitrile, inibitore di corrosione organico, speciali additivi espansivi e ritentori d'acqua sarà eseguita a spruzzo, a mezzo di pompa intonacatrice, in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato.

Qualora gli spessori superino i 3 cm è necessario prevedere una rete metallica o di altro materiale per garantire il contrasto all'espansione della malta e la corretta aderenza di questa al supporto.

#### **Finitura superficiale**

Dopo l'applicazione delle miscele di ripristino la superficie di intradosso del martello ed i risvolti dovranno essere regolarizzati al fine di ottenerne la planarità mediante tirata staggia.

Si procederà quindi a successiva fratazzatura dell'intradosso da eseguirsi dopo un certo tempo dall'applicazione in funzione delle condizioni climatiche.

#### **Stagionatura**

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Ultimate le operazioni di finitura superficiale si procederà quindi ad accurata stagionatura della malta mediante applicazione di acqua nebulizzata per almeno 24 ore dopo l'applicazione.

#### **Iniezione delle cavità**

Per ciascuna cavità si attrezzeranno tutti i fori, preventivamente eseguiti, con tubetti d'iniezione provvisti di apposita cuffia, da sigillare con paste collanti epossidiche, previa accurata pulizia del supporto.

A stagionatura ultimata della malta di rifacimento del fondello trave e dopo almeno 48 ore dall'ultimazione delle operazioni di sigillatura dei tubetti, si procederà alla soffiatura all'interno delle cavità, per eliminare eventuali sacche d'acqua, polveri e per valutare la consistenza dei vuoti da iniettare.

Le operazioni di iniezione della cavità, da realizzarsi con tecnica tradizionale (non sottovuoto), prevedono l'iniezione di resina epossidica a bassissima viscosità.

In linea di massima sarà conveniente partire iniettando le cavità in prossimità della mezzeria della trave per poi procedere in direzione delle estremità della trave.

Per ciascuna cavità si procederà iniettando dal foro/i situati più in basso sino alla fuoriuscita della miscela dai tubetti posti più in alto.

I tubi già iniettati dovranno essere man mano sigillati.

La pressione d'iniezione dovrà essere la più bassa possibile, compatibilmente con l'esigenza di ottenere un buon riempimento delle cavità e, comunque, in nessun caso si dovranno superare i 5 bar.

### **13. TRATTAMENTO PROTETTIVO DELLE SUPERFICI IN CALCESTRUZZO**

#### **GENERALITA'**

Si richiede l'applicazione di un trattamento di protezione della superficie in calcestruzzo delle travi e dei trasversi al fine di aumentare la durabilità dell'intervento eseguito. Il trattamento protettivo sarà applicato una volta terminato tutte le operazioni preliminari sopra descritte.

#### **MATERIALI**

##### **Trattamento protettivo**

Elenco Prezzi:B.09.215.a – Malte preconfezionate additate con polimeri spessore minimo 2 mm  
Applicazione di un rivestimento protettivo superficiale in polimero-cemento, flessibile e con proprietà di crack bridging, dato a spatola o spruzzo avente spessore compreso fra i 2 e 3 mm. Il sistema deve essere impermeabile al cloro e ai cloruri. Il coefficiente di diffusione dell'anidride carbonica (K) deve essere compreso fra 0,25 e 0,30.

Il protettivo elastoplastico non va applicato con temperature inferiori ai 5° C e su superfici contestualmente esposte all'irraggiamento del sole battente.

Nel caso di applicazione su malte da ripristino aspettare che queste siano maturate almeno 20 giorni.

Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 2 (secondo i principi PI, MC e IR) per i rivestimenti superficiali. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per il rivestimento secondo UNI EN 1504-2
Permeabilità alla CO <sub>2</sub>	EN 1062-6 (Metodo B)	S <sub>D</sub> > 50 m
Permeabilità al vapore acqueo	EN ISO 7783-1	S <sub>D</sub> < 5 m

Assorbimento capillare e permeabilità all'acqua libera	EN 1062-3	$W < 0,1 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$
Adesione al calcestruzzo per trazione diretta (per sistemi flessibili senza traffico)	EN 1542	$\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$
Compatibilità termica ai cicli di gelo – disgelo misurata come aderenza (per sistemi flessibili senza traffico)	EN 13687-1	$\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$
Crack bridging statico a -20°C	EN 1062-7	Classe A3 (>0,5 mm)

Il prodotto dovrà avere una consistenza e un tempo di inizio presa tali da consentire una agevole applicazione a spruzzo o a spatola.

## FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI

### Preparazione del supporto

Il trattamento potrà essere applicato sia su superficie preliminarmente ricostruite con malte tissotropiche e/o colabili che su superficie alle quali non sia stato fatto alcun intervento di ricostruzione precedentemente. Il supporto, sia ricostruito che originario, sarà preparato mediante idrolavaggio da eseguirsi con idropulitore a pressione al fine di eliminare eventuale polvere di smog, incrostazioni, polveri ecc.. La superficie deve essere pulita e pronta a ricevere il trattamento protettivo.

Nel caso l'operazione di idrolavaggio eseguita sulle strutture originarie provochi distacchi di materiale, prima della applicazione del trattamento protettivo, dovranno essere risarciti con malte tissotropiche da ripristino.

### **Applicazione del trattamento protettivo**

Il protettivo elastoplastico non va applicato con temperature inferiori ai 5° C e su superfici contestualmente esposte all'irraggiamento del sole battente.

Il primer va applicato sulla superficie pulita, priva di muschi ed altri contaminanti.

Nel caso di applicazione su malte da ripristino aspettare che queste siano maturate almeno 20 giorni.

Il prodotto dovrà avere una consistenza e un tempo di inizio presa tali da consentire una agevole applicazione a spruzzo o a spatola.

## 14. RINFORZO STRUTTURALE DELLE TRAVI DI IMPALCATO MEDIANTE L'UTILIZZO DI PLACCAGGI METALLICI

### GENERALITÀ

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti il rinforzo di travi in CAP mediante l'introduzione di elementi passivi resistenti a trazione. Detti elementi saranno disposti all'intradosso della trave e costituiti da lamiera metalliche ad essa collegate mediante l'inghisaggio chimico di connettori costituiti da barre metalliche filettate.

Il rinforzo si rende necessario nei casi in cui, a causa delle difettosità di getto originarie delle travi, da risanare come precedentemente specificato nel presente capitolato, non si è ottenuta l'aderenza tra la trave in calcestruzzo ed i cavi di precompressione.

Le indagini preliminari al progetto di riparazione hanno individuato le zone in cui si sono manifestate dette cavità e, conseguentemente, le travi in cui detti rinforzi si rendono necessari.

Nella fase di indagine precedente il progetto le cavità sono state individuate ed aperte mediante martellamento a mano dell'intradosso delle travi.

Si specifica che, qualora nella fase di risanamento del martello dovessero palesarsi una o più cavità non individuate nelle indagini preliminari al progetto, in particolare su travi per le quali non si prevede in progetto di eseguire interventi di rinforzo, se ne darà immediata comunicazione alla DL.

La DL, sentito anche il parere del Progettista, valuterà l'opportunità di prevedere, anche per detta trave, la messa in opera di interventi di rinforzo da definire in base al grado degli ammaloramenti rilevati.

### MATERIALI

#### Resina per fissaggi di barre filettate

Fissaggio di elementi in acciaio (quali piastre o elementi di carpenteria metallica in genere) su elementi strutturali in calcestruzzo mediante ancoraggio chimico ad iniezione di barre filettate di diametro compreso tra 8 e 40 mm.

L'ancoraggio avverrà mediante utilizzo di un adesivo composto da resina a base epossidica. Il prodotto dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 6 per i sistemi di ancoraggio delle barre di armatura nel calcestruzzo. In particolare:

	Metodo di prova	Valori di riferimento per le resine da iniezione
Resistenza allo sfilamento delle barre di acciaio (spostamento)	EN 1881	$\leq 0,6$ mm

relativo ad un carico di 75 kN)		
Scorrimento viscoso	EN 1544	$\leq 0,6 \text{ mm}$
Temperatura di transizione vetrosa	EN 12614	$>45^\circ \text{ C}$
Resistenza a compressione	EN 12190	$>80 \%$ del valore dichiarato dal produttore (dopo 7 gg in MPa)

**Barre filettate dadi e rosette**

Barre a filettatura metrica continua di classe 5.6 o 5.8 le cui caratteristiche sono di seguito specificate:

- Tensione di snervamento  $f_{yb} \geq 300 \text{ N/mm}^2$
- Tensione di rottura  $f_{tb} \geq 500 \text{ N/mm}^2$
- Acciaio galvanizzato  $\geq 50 \mu\text{m}$
- Acciaio zincato a caldo  $\geq 45 \mu\text{m}$

Rosette ISO 7089 in acciaio galvanizzato zincato a caldo

Dado classe 8

- Acciaio galvanizzato  $\geq 50 \mu\text{m}$
- Acciaio zincato a caldo  $\geq 45 \mu\text{m}$

**FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI****Generalità**

La tecnica di intervento per il rinforzo mediante placcaggi metallici può essere sintetizzata nelle seguenti fasi:

- inghisaggio delle barre di prima fase;
- montaggio delle lamiere di rinforzo;
- esecuzione delle giunzioni saldate;
- intasamento dei giochi costruttivi di montaggio;
- completamento dell'inghisaggio delle restanti barre;

**Inghisaggio delle barre di prima fase**

Per ciascuno dei segmenti di lamiera da montare si predisporrà l'inghisaggio di un numero di barre filettate di connessione strettamente necessario al sostegno in posizione del rinforzo (minimo 4 barre per segmento da disporre nella posizione ritenuta più congrua).

Il posizionamento dei fori pilota sarà eseguito mediante apposita dima.

La foratura del supporto in calcestruzzo, con diametro e profondità indicata sugli elaborati di progetto, sarà eseguita a roto-percussione.



In presenza di ferri di armatura ordinaria che dovessero interferire con l'esecuzione del foro si procederà al taglio degli stessi mediante carotatore per poi proseguire l'esecuzione della restante parte del foro mediante roto-percussione.

Per garantire la tenuta del fissaggio occorre pulire accuratamente il foro con getto d'aria e con scovolino ed eventualmente asciugare il foro se bagnato.

Si procederà quindi all'iniezione della resina all'interno del foro per poi inserire manualmente la barra in acciaio con movimento rotatorio al fine di distribuire la resina uniformemente su tutta la superficie.

Per profondità del foro maggiori di 15/20 cm, affinché l'iniezione della resina raggiunga la profondità desiderata, è opportuno servirsi di apposito tubo miscelatore da collegare all'estremità dell'ugello.

Una volta erogata la resina all'interno del foro occorre che le barre siano posizionate entro un determinato tempo di lavoro quindi mantenute in posizione, senza intervenire, fino a completo indurimento, secondo quanto riportato nelle indicazioni presenti nella scheda tecnica del prodotto impiegato.

#### **Montaggio delle lamiere di rinforzo**

Sarà cura dell'impresa l'esecuzione di un rilievo preliminare per la definizione della geometria effettiva della trave e verificarne la rispondenza con quanto indicato nei disegni di progetto nonché la compatibilità con la geometria degli elementi di rinforzo; ciò tenuto debitamente in conto che il martello della trave sarà oggetto di interventi di ripristino/ricostruzione.

Le lamiere di rinforzo saranno messe in opera mediante adesivo epossidico per incollaggio da applicare a spatola, con rasatura a zero sul supporto in calcestruzzo (relativamente alla superficie di intradosso della trave) e con spessore di 1-2 mm da applicare sul fondo della lamiera di acciaio.

Si procederà quindi all'incollaggio delle lamiere e serraggio dei bulloni delle barre di prima fase, previa posa in opera delle rosette e piastrame, così come specificato negli elaborati di progetto e sigillatura del gioco tra piastra e barra utilizzando il medesimo prodotto adottato per l'esecuzione degli ancoraggi o, in alternativa, mediante adesivo epossidico per incollaggi.

#### **Esecuzione delle giunzioni saldate**

Si procederà quindi alla posa in opera dei coprigiunti di collegamento tra i vari segmenti ed all'esecuzione in opera delle saldature di collegamento come da elaborati di progetto e secondo quanto prescritto nella sezione del "Capitolato Speciale d'Appalto Parte 2ª Norme Tecniche - Ponti E Viadotti In Acciaio".

#### **Intasamento dei giochi costruttivi di montaggio**

Si procederà quindi all'intasamento dei giochi costruttivi (6 mm nominali) tra i risvolti della lamiera ed il martello della trave, mediante colatura o iniezione di resine epossidiche a bassissima viscosità, previa sigillatura, con i mezzi ritenuti più idonei, delle fughe laterali e delle forature delle lamiere.

**Completamento dell'inghisaggio delle restanti barre**

Si procederà in fine all'installazione delle restanti barre filettate, con le medesime modalità specificate al precedente paragrafo "Inghisaggio delle barre di prima fase" eseguendo le forature del supporto attraverso i prefiori della lamiera di rinforzo, dotati di diametro opportunamente maggiorato e tale da consentire il passaggio della punta di perforazione.

**15. INTERVENTI CON MATERIALI FIBRORINFORZATI****GENERALITÀ**

Nel presente articolo vengono trattati i materiali ed i magisteri inerenti il ripristino di elementi strutturali in c.a. e c.a.p. con malte e betoncini fibrorinforzati a comportamento incrudente. Le malte ed i betoncini fibrorinforzati devono essere marcati secondo la 1504-3.

**MATERIALI****Betoncini fibrorinforzati**

Per il ripristino si utilizzerà una betoncino premiscelato colabile ad alta resistenza ( $R_{cm} > 85$  MPa) e fibre di acciaio o di diversa natura disperse nella matrice. La malta dovrà essere addizionata con opportuno additivo anti ritiro (SRA) per consentire la corretta espansione all'aria del materiale. L'applicazione della malta dovrà essere effettuata previa adeguata preparazione del supporto asportando il calcestruzzo ammalorato fino ad ottenere un sottofondo solido, esente da parti in distacco e sufficientemente ruvido. Il prodotto dovrà essere applicato su sottofondo pulito e saturo di acqua in uno spessore compreso tra 1 e 5 cm per strato.

Il prodotto per la ricostruzione delle sezioni di solette e trave dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 3 per le malte strutturali di classe R4. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per la malta di classe R4
Resistenza a compressione	EN 12190	$\geq 45$ MPa
Contenuto di ioni cloruro	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$
Legame di aderenza	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Durabilità – resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ cls di controllo
Durabilità, compatibilità termale, gelo-disgelo.	EN 13687-1	Forza di legame $\geq 2$ MPa dopo 50 cicli
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 20$ MPa

In aggiunta alle caratteristiche prestazionali essenziali sopra elencate, la malta R4 deve rispettare le ulteriori prescrizioni progettuali:

Prestazioni aggiuntive	Metodo di prova	Valori di riferimento
Resistenza alla flessione	EN 196/1	$\geq 30$ MPa
Resistenza alla flessione-trazione	UNI EN 14651	$f_{rm1} \geq 11$ MPa e $f_{rm3} \geq 11$ MPa
Ritiro contrastato	-	$< 200$ $\mu$ m/m
Diametro massimo dell'aggregato		$\leq 6$ mm
Resistenza al fuoco	EN 13501-1	Classe A1

Il prodotto per la ricostruzione di cordoli, pulvini e pile dovrà rispondere ai requisiti prestazionali essenziali ed aggiuntivi previsti dalla norma armonizzata UNI EN 1504 parte 3 per le malte strutturali di classe R4. In particolare:

Caratteristiche prestazionali essenziali	Metodo di prova	Valori di riferimento per la malta di classe R4
Resistenza a compressione	EN 12190	$\geq 45$ MPa
Contenuto di ioni cloruro	EN 1015-17	$\leq 0,05\%$
Legame di aderenza	EN 1542	$\geq 2$ MPa
Durabilità – resistenza alla carbonatazione	EN 13295	$dk \leq$ cls di controllo
Durabilità, compatibilità termale, gelo-disgelo.	EN 13687-1	Forza di legame $\geq 2$ MPa dopo 50 cicli
Modulo elastico	EN 13412	$\geq 20$ MPa

In aggiunta alle caratteristiche prestazionali essenziali sopra elencate, la malta R4 deve rispettare le ulteriori prescrizioni progettuali:

Prestazioni aggiuntive	Metodo di prova	Valori di riferimento
Resistenza alla flessione-trazione	UNI EN 14651	$f_{rm1} \geq 6,5$ MPa e $f_{rm3} \geq 7$ MPa
Diametro massimo dell'aggregato		$\leq 10$ mm
Resistenza al fuoco	EN 13501-1	Classe A1

## FASI ESECUTIVE E PRESCRIZIONI

### Stagionatura

Una corretta stagionatura è fondamentale per evitare la formazione di fessure dovute all'immediata evaporazione di parte dell'acqua di impasto sotto l'azione del sole e del vento.

Ultimate le operazioni di finitura superficiale si procederà quindi ad accurata stagionatura dei betonici mediante applicazione di acqua nebulizzata per almeno 48 ore dopo l'applicazione e la successiva immediata protezione della stessa superficie.

### Accettazione in corso d'opera

Ai fini della valutazione della qualità del materiale fornito, i possibili controlli che la Direzione Lavori potrà richiedere sono riportati nella tabella sottostante.

Le prove dovranno essere ripetute con la frequenza ritenuta necessaria dalla Direzione Lavori.

<b>Tipo FRC</b>	<b>Tipo controllo</b>	<b>Metodo</b>
FRC fresco	Corretta miscelazione	Ispezione visiva secondo UNI EN 206-1 e rispetto dei tempi di miscelazione dichiarati dal fornitore
FRC fresco	Classe di consistenza	Abbassamento al cono secondo UNI EN 12350-2 o prova di spandimento secondo UNI EN 12350-8
FRC indurito	Resistenza a compressione a 1gg su due campioni	Verifica secondo UNI EN 12390-3
FRC indurito	Resistenza a compressione a 3gg su due campioni	Verifica secondo UNI EN 12390-3
FRC indurito	Resistenza a compressione a 7gg su due campioni	Verifica secondo UNI EN 12390-3
FRC indurito	Resistenza a compressione a 28gg su due campioni	Verifica secondo UNI EN 12390-3
FRC indurito	Resistenze a flessione residue fR3m e fR1m a 28gg	Verifica secondo UNI EN 14651
FRC indurito	Distribuzione omogenea fibre	Microcarotaggi su opere realizzate per eseguire ispezione visiva

\* valida solo per fibre metalliche

## 16. MISURAZIONE E CONTABILIZZAZIONE

### NORME GENERALI

Sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni contabili delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione (quote, prospetti e quant'altro necessario) delle quantità, parziali e totali, nonché con l'indicazione delle relative operazioni aritmetiche e degli sviluppi algebrici necessari alla individuazione delle quantità medesime, di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto informatico e - in almeno duplice copia - su supporto cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario e preventivo controllo e verifica, da effettuare sulla base delle misurazioni eseguite in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione contabile è indispensabile per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

La suddetta documentazione contabile resterà di proprietà dell'Amministrazione committente.

Tutto ciò premesso e stabilito, si precisa che:

- 1) i lavori compensati “a misura” saranno liquidati secondo le misure geometriche, o a numero, o a peso, così come rilevate dalla Direzione dei Lavori, in contraddittorio con l’Appaltatore, durante l’esecuzione dei lavori;
- 2) i lavori da compensare “a corpo” saranno controllati in corso d’opera attraverso le misure geometriche, o a peso, o a numero, rilevate dalla Direzione dei Lavori in contraddittorio con l’Appaltatore e, quindi, confrontate con le quantità rilevabili dagli elaborati grafici facenti parte integrante ed allegati al Contratto di Appalto. Per la predisposizione degli Stati di Avanzamento Lavori e per l’emissione delle relative rate d’acconto, il corrispettivo da accreditare nei S.A.L. è la parte percentuale del totale del prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura, oltre le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative (detrazioni) scaturite a seguito del Collaudo in corso d’opera. A completamento avvenuto di tutte le opere a corpo, risultante da apposito Verbale di constatazione redatto in contraddittorio con l’Appaltatore, la Direzione dei Lavori provvederà, con le modalità suddette, al pagamento del residuo, deducendo le prescritte trattenute di Legge e le eventuali risultanze negative scaturite dalle operazioni e dalle verifiche effettuate dalla Commissione di Collaudo in corso d’opera.

## **CRITERI DI MISURA**

### **Conglomerati cementizi**

I conglomerati cementizi (malte e betoncini) saranno computati a volume, con metodi geometrici.

Non saranno dedotti dai volumi:

- i volumi del ferro di armatura;
- i volumi dei cavi per la precompressione;

Si specifica, inoltre, che gli articoli di Elenco Prezzi comprendono tutti gli oneri descritti nelle presenti Norme Tecniche, con particolare riferimento a:

- la fornitura a piè d’opera di tutti i materiali occorrenti (aggregati, acqua, aggiunte minerali, additivi, acceleranti, ritardanti, leganti, ecc.);
- la mano d’opera;
- i ponteggi e le impalcature;
- le attrezzature ed i macchinari per la confezione;
- la sistemazione delle carpenterie e delle armature metalliche;
- l’esecuzione dei getti da realizzare senza soluzione di continuità, in modo da evitare ogni ripresa, impiegando anche manodopera su più turni ed in giornate festive (ove necessario);

- l'eventuale esaurimento dell'acqua nei casseri;
- la vibrazione;
- la predisposizione di fori, tracce, cavità, ammorsature, ecc.;
- il taglio di filo, chiodi, reggette con funzione di legatura di collegamento dei casseri con la sigillatura degli incavi e la regolarizzazione delle superfici nel getto;
- la necessità di coordinare le attività, qualora l'Appaltatore dovesse affidare i lavori di protezione superficiale dei conglomerati cementizi a ditte specializzate;
- le prove ed i controlli, con la frequenza indicata nelle presenti Norme Tecniche, ovvero prescritta dalla Direzione Lavori e, infine, quant'altro occorra per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte

Non sono compresi negli articoli di cui sopra gli oneri per:

- le casseforme, salvo quanto diversamente specificato nelle voci di elenco Prezzi;
- le centinature e le armature di sostegno delle casseforme, salvo quelle per getti di luce retta inferiore a quanto indicato nei relativi articoli di elenco Prezzi.

I suddetti articoli verranno contabilizzati con i relativi articoli di Elenco Prezzi.

Si prevede, inoltre, che nel caso di sospensione dei getti per effetto di un abbassamento della temperatura atmosferica ordinata dalla Direzione Lavori, l'Impresa non avrà diritto ad alcun risarcimento, come pure non potrà richiedere alcun compenso per particolari accorgimenti da adottarsi nel caso di esecuzione dei getti a basse temperature.

#### **Casseforme**

Le casseforme saranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi; i suddetti articoli comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti, ecc.

In particolare, le casseforme saranno computate in base allo sviluppo delle facce interne a contatto del conglomerato cementizio, ad opera finita.

Le armature di sostegno verranno contabilizzate a parte, solo per quanto sia esplicitamente indicato negli articoli di Elenco Prezzi, che comprendono tutti gli oneri, le forniture e le prestazioni relative a materiali, mano d'opera, noli, armo, disarmo, sfrido, trasporti, disarmanti, ecc., necessari per la loro esecuzione.

#### **Acciaio per c.a.**

L'acciaio in barre per armatura sarà computato in base al peso teorico dei vari diametri nominali indicati nei progetti esecutivi, trascurando le quantità superiori alle indicazioni di progetto, le legature, gli eventuali distanziatori e le sovrapposizioni per le giunte non previste o non necessarie, intendendosi come tali anche quelle che collegano barre di lunghezza inferiore a quella commerciale.

Il peso degli acciai sarà determinato con metodo analitico, misurando lo sviluppo teorico di progetto di ogni barra e moltiplicando per la corrispondente massa lineare nominale di progetto.

Relativamente al peso di trefoli o trecce di acciaio per le strutture in conglomerato cementizio precompresso, questo sarà determinato moltiplicando il loro sviluppo teorico (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di appoggio) per il peso dell'unità di misura determinato mediante pesatura.

Il peso dell'acciaio in barre per calcestruzzi precompressi sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto delle barre (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di ancoraggio) per il peso unitario della barra, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio, pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Per quanto concerne, infine, il peso dell'acciaio per le strutture in conglomerato cementizio armato precompresso sia con il sistema a fili aderenti che con il sistema a cavi scorrevoli, questo sarà determinato moltiplicando lo sviluppo teorico di progetto dei cavi (compreso tra le facce esterne degli apparecchi di bloccaggio) per il numero dei fili ovvero dei fili componenti il cavo per il peso unitario dei fili stessi, calcolato in funzione del diametro nominale e della massa volumica dell'acciaio, pari a 7,85 kg/dm<sup>3</sup>.

Si evidenzia, inoltre, come l'articolo di Elenco Prezzi dell'acciaio per strutture in conglomerato cementizio armato precompresso comprenda la fornitura dell'acciaio, nonché la fornitura e la posa in opera dei materiali e dispositivi necessari alla realizzazione dei diversi tipi di sistemi di precompressione sopra citati, nonché tutti gli oneri necessari per dare l'acciaio in opera in perfetta regola d'arte.